



**Université Internationale
de Casablanca**

UNIVERSITÉ RECONNUE PAR L'ÉTAT

Automatisme Industriel

Tronc commun ingénierie S5

Mme. DAMMAH



Volume horaire : **16h cours (soit 8 séances de 2h)**

24h Travaux Pratiques (soit 6 séances de 4h)

Objectif général
du cours

Ce cours permet aux étudiants du tronc commun d'avoir une première vision sur l'automatisation des procédés industriels. A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de démontrer l'utilité des automates programmables dans l'industrie, concevoir des algorithmes d'automatisation et acquérir les connaissances de base nécessaire à leur implantation dans des automates programmables.

Au niveau des connaissances de :

- Connaître l'utilité de l'automatisation dans l'industrie,
- Connaître les outils nécessaires de programmation des API (Automates Programmables Industriels),

Au niveau des habilités permettant de :

- Lire un cahier de charge dressé par un client ou une entreprise
- Etablir un grafcet niveau I et II
- Programmer le grafcet dans le langage LADDER

Plan du cours

- Chapitre I: Introduction à AI & notion de base du grafcet
- Chapitre II: Convention et règles d'évolution dans un grafcet
- Chapitre III: Mise en œuvre d'un grafcet

Chapitre I: Introduction à AI & notion de base du grafcet

Introduction

- L'automatisation consiste à mettre en place des systèmes électroniques permettant le fonctionnement autonome des machines
- Les systèmes automatisés remplacent l'homme dans des opérations dangereuses répétitives ou pénibles.
- Les systèmes automatisés permettent d'augmenter **la précision et la productivité**

Introduction

Un système à automatiser se décompose, de manière générale, en deux parties qui coopèrent :

♦ **PO : Partie Opérative (ou partie puissance) :**

→ Processus physique à automatiser

♦ **PC : Partie Commande (automate)**

→ Automatisation qui élabore :

en sortie :

- des ordres destinés au processus,
- des signaux de visualisation provenant du processus

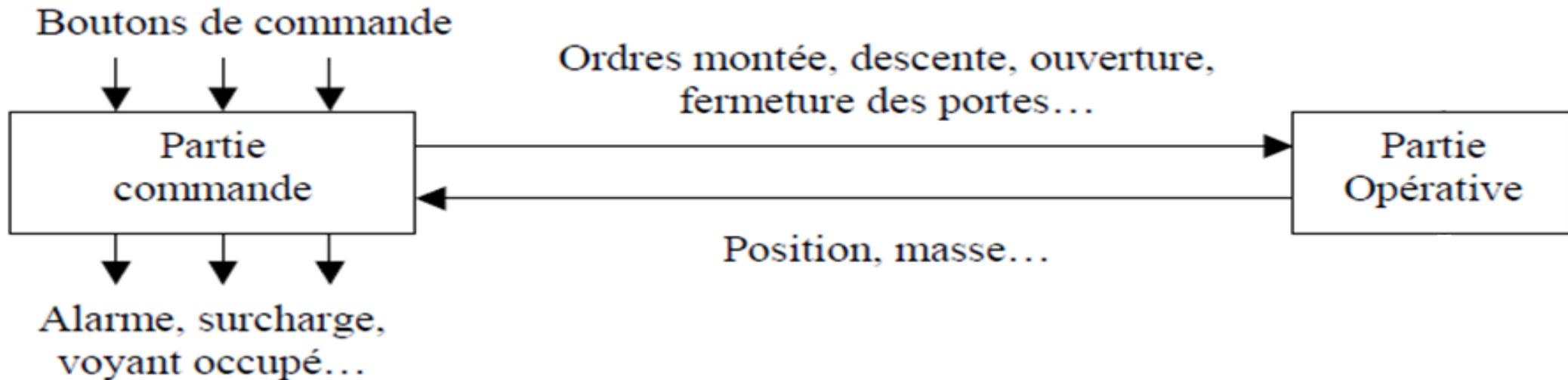
en entrée :

- des consignes reçues
- des comptes rendus

Introduction

Exemple de PO-PC pour un ascenseur:

- l'ensemble électromécanique (cabine, moteur, portes) : Partie opérative,
- les boutons d'appel, la logique et les armoires d'appareillages : Partie commande



Introduction

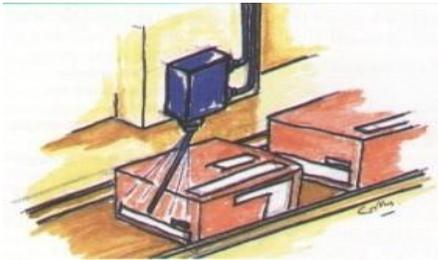
Exemples des Capteurs



Capteur de niveau de liquide



Bouton poussoir



Capteur à contact

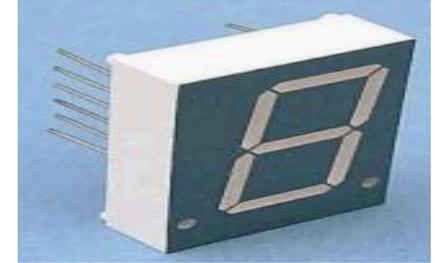


Bouton d'arrêt d'urgence

Exemples des actionneurs



Moteur pas à pas



Afficheur 7 segments



Electrovanne



Voyants



Vérin

Introduction

Les deux grandes familles de contrôleurs

Les systèmes embarqués

Exemples:

- Automobile
- Téléphonie

Le contrôleur est un microcontrôleur



L'automatisme industriel

Exemples:

- processus industriel agroalimentaire
- production et transport de l'énergie
- machines spéciales production

le contrôleur est un **automate programmable**



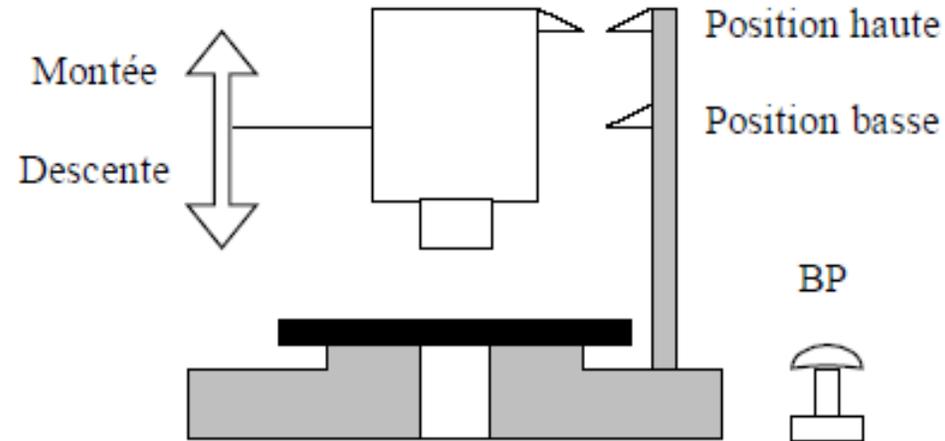
GRAFCET : notions de base

Le **GRAFCET** (**GRA**phe de **COM**mande **ETA**pes **TR**ansitions) est un diagramme fonctionnel dont le but est de **décrire graphiquement**, en se basant sur un cahier des charges, **les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel**, il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un **unique outil de dialogue entre toute les personnes collaborant** à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine,

GRAFCET : notions de base

Exemple de la poinçonneuse

- Considérons la poinçonneuse en sa position d'origine de repos (position haute).

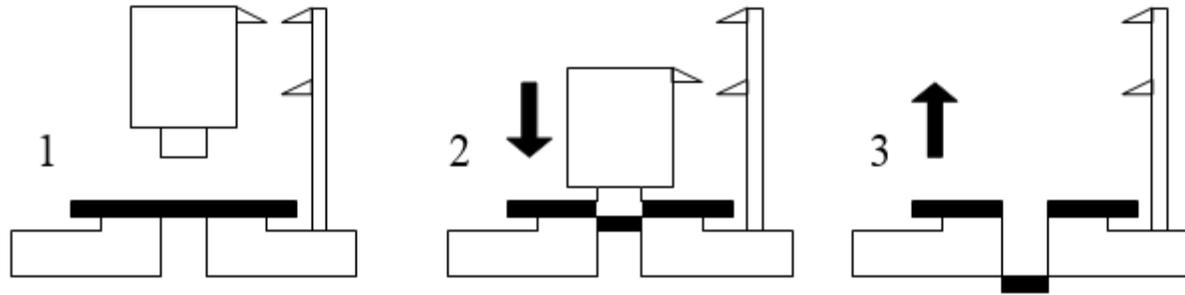


L'opérateur donnant l'information « marche » par appui sur le bouton poussoir « BP » provoque automatiquement la descente du poinçon jusqu'à la position basse suivie de sa remontée jusqu'à la position haute,

→ la poinçonneuse a décrit un CYCLE

GRAFCET : notions de base

Cette machine possède 3 comportements différents :



- la poinçonneuse est au repos ou encore en position haute (1)
- le poinçon descend (2)
- le poinçon remonte (3)

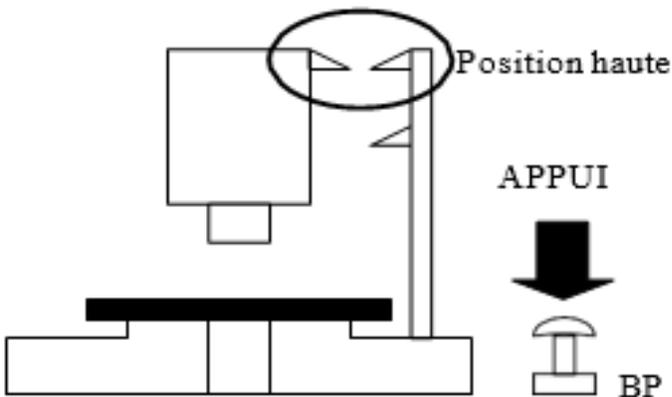
→ chaque comportement est appelé **ETAPE** .

GRAFCET : notions de base

- Il faut préciser ce qui provoque un changement de comportement de la machine, c'est à dire les conditions logiques qui déterminent le passage d'une étape à une autre :

→ le passage d'une étape à une autre est appelé **TRANSITION**.

- Le passage de l'état de repos à la descente du poinçon s'effectue si :



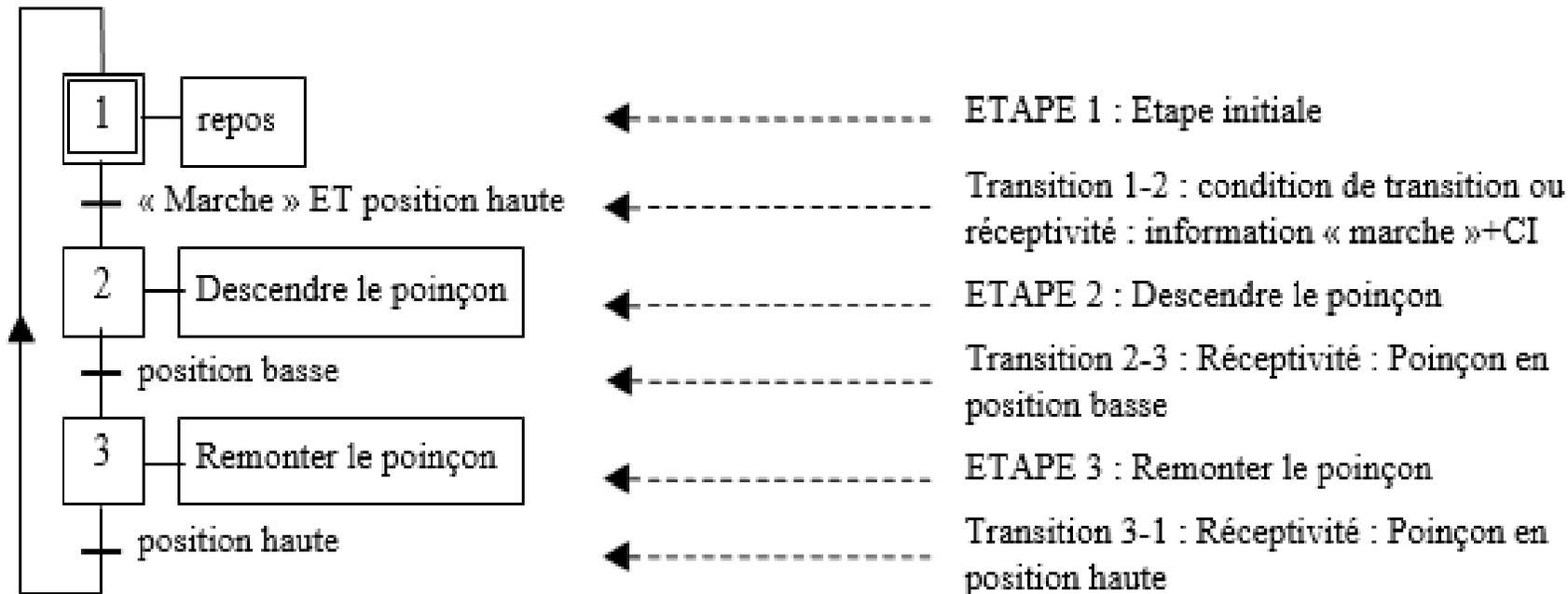
- L'opérateur fournit l'information « marche » par appui sur le BP
- ET** le poinçon est en position haute.

GRAFCET : notions de base

Ces deux informations constituent la condition de **transition** de l'étape 1 à l'étape 2 :

→ Cette condition est appelée **RECEPTIVITE** associée à la transition T_{1-2} .

- Le GRAFCET est basé sur la notion d'**Etapes** auxquelles sont associées des **Actions**, et de **Transitions** auxquelles sont associées des **Réceptivités**.



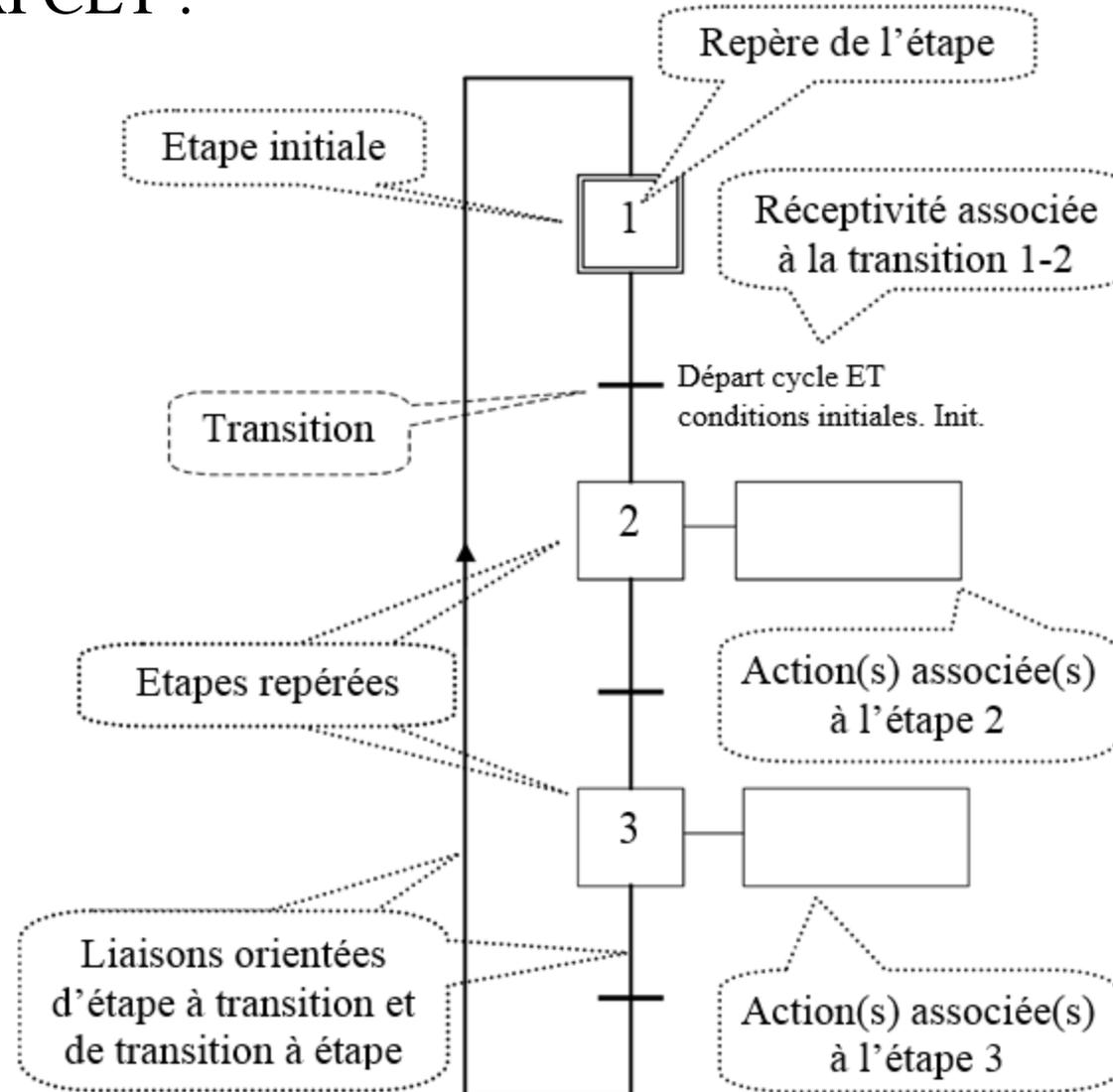
GRAFCET : notions de base

Définitions :

- **Etape** = situation du cycle de fonctionnement pendant laquelle le comportement de l'automatisme de commande demeure constant,
- Tout changement de comportement provoque le **passage** d'une étape à une autre,
- Une étape est soit active ou inactive
- les actions associées à une étape ne sont effectives que lorsque l'étape est active.

GRAFCET : notions de base

Symbolisation du GRAFCET :



GRAFCET : notions de base

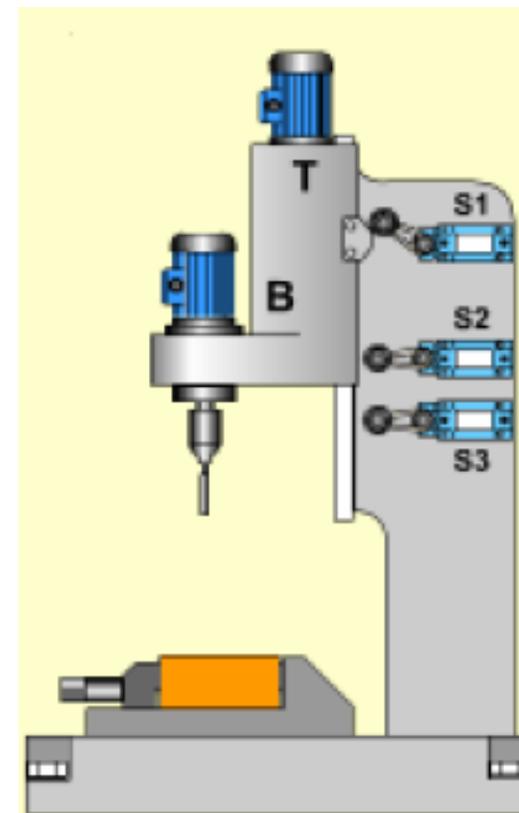
- Chaque étape est représentée par un carré repéré numériquement ;
- Les étapes initiales, représentant les étapes actives au début du fonctionnement, se différencient en doublant les cotés du carré ;
- Les actions associées sont décrites de façon littérale ou symbolique, à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles, de dimensions quelconques, reliés à la partie droite de l'étape ;
- Les transitions sont représentées par des barres ;
- La réceptivité est inscrite à droite de la transition sauf cas particulier.

GRAFCET : notions de base

Exercice N°1

La tête d'usinage ci-dessous est automatisée. On vous demande de réaliser le grafcet fonctionnel selon les indications suivantes :

- Pour démarrer le cycle il faut : Départ cycle et perceuse en haut
- La perceuse descend à grande vitesse
- La perceuse arrive en position de perçage
- La perceuse descend en petite vitesse et la rotation forêt est enclenchée
- Fin de perçage
- La perceuse remonte en grande vitesse avec rotation du mandrin



GRAFCET : notions de base

Exercice N°2

Déterminer le grafcet technologique ou de niveau 2 de l'exercice n°1 la tête d'usinage en fonction des données suivantes :

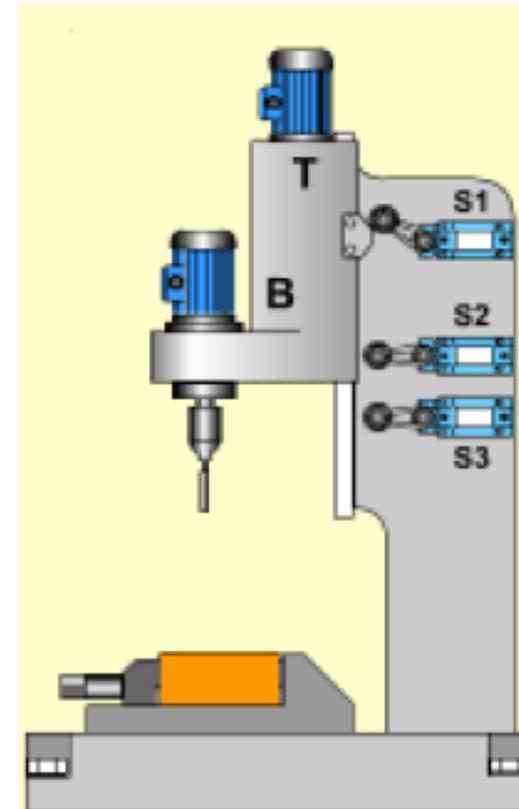
- Bouton départ cycle S5
- Fin de course haut S1
- Fin de course milieu position perçage S2
- Fin de course bas, fin de perçage S3

Commande moteur B rotation forêt

- Contacteur rotation forêt KMB

Commande moteur T translation

- Contacteur grande vitesse KMGV
- Contacteur Petite vitesse KMPV
- Contacteur descente forêt KMD
- Contacteur monter forêt KMM



GRAFCET : notions de base

• Exemple : Commande de perceuse

Description

La perceuse se compose d'un bâti fixe et d'une console mobile par rapport au bâti.

La console supporte la broche et le moteur d'entraînement.

Les pièces à percer sont approvisionnées et fixées manuellement sur un montage solidaire du bâti.

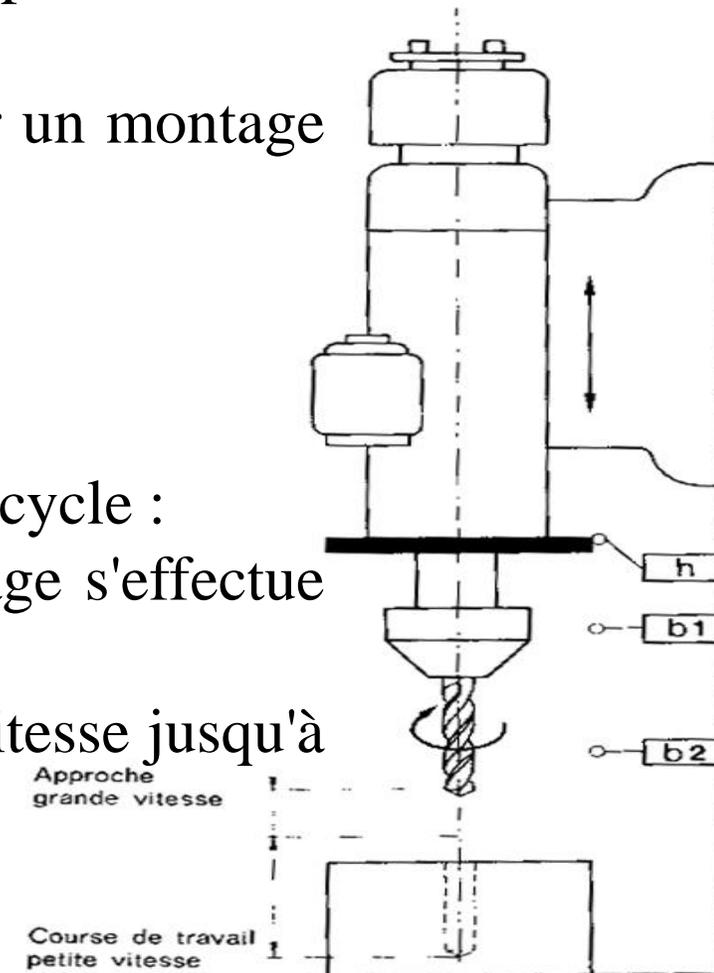
Cycle de fonctionnement

La broche tourne en permanence.

L'opérateur ayant fixé la pièce donne alors l'information de départ du cycle :

Après une approche en grande vitesse jusqu'au capteur b1, le perçage s'effectue en petite vitesse.

Dès le perçage terminé (position b2), la broche remonte en grande vitesse jusqu'à la position haute



GRAFCET : notions de base

• Exemple : Commande de perceuse

Niveau technologique

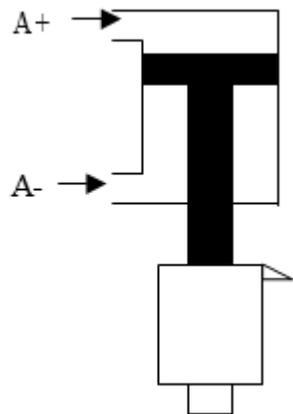
- Prise en compte de la technologie employé dans le premier exemple

Supposons que la technologie qui sera mise en place dans cet automatisme soit une technologie pneumatique :

la montée et la descente de la perceuse sont réalisées par un vérin double effet :

L'arrivée d'air en A+ provoque la sortie du vérin et donc la descente de la perceuse.

Inversement, l'arrivée d'air en A- provoque la rentrée du vérin et donc la remontée de la perceuse.



GRAFCET : notions de base

• Exemple : Commande de perceuse

- En prenant en compte les actions et les capteurs suivants :

m : ordre de « marche »

h : capteur de position haute

b : capteur de position basse

A+ : Descente du vérin

A- : Remontée du vérin

Le « GRAFCET technologique » est aussi appelé « GRAFCET de niveau II »

GRAFCET : notions de base

• Exemple : Commande de perceuse

- En prenant en compte les actions et les capteurs suivants :

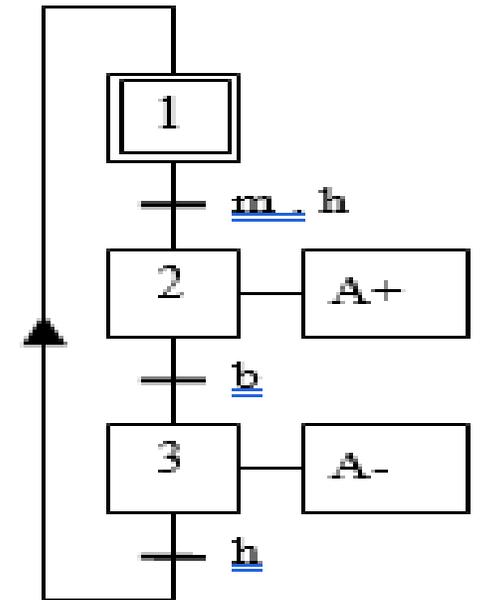
m : ordre de « marche »

h : capteur de position haute

b : capteur de position basse

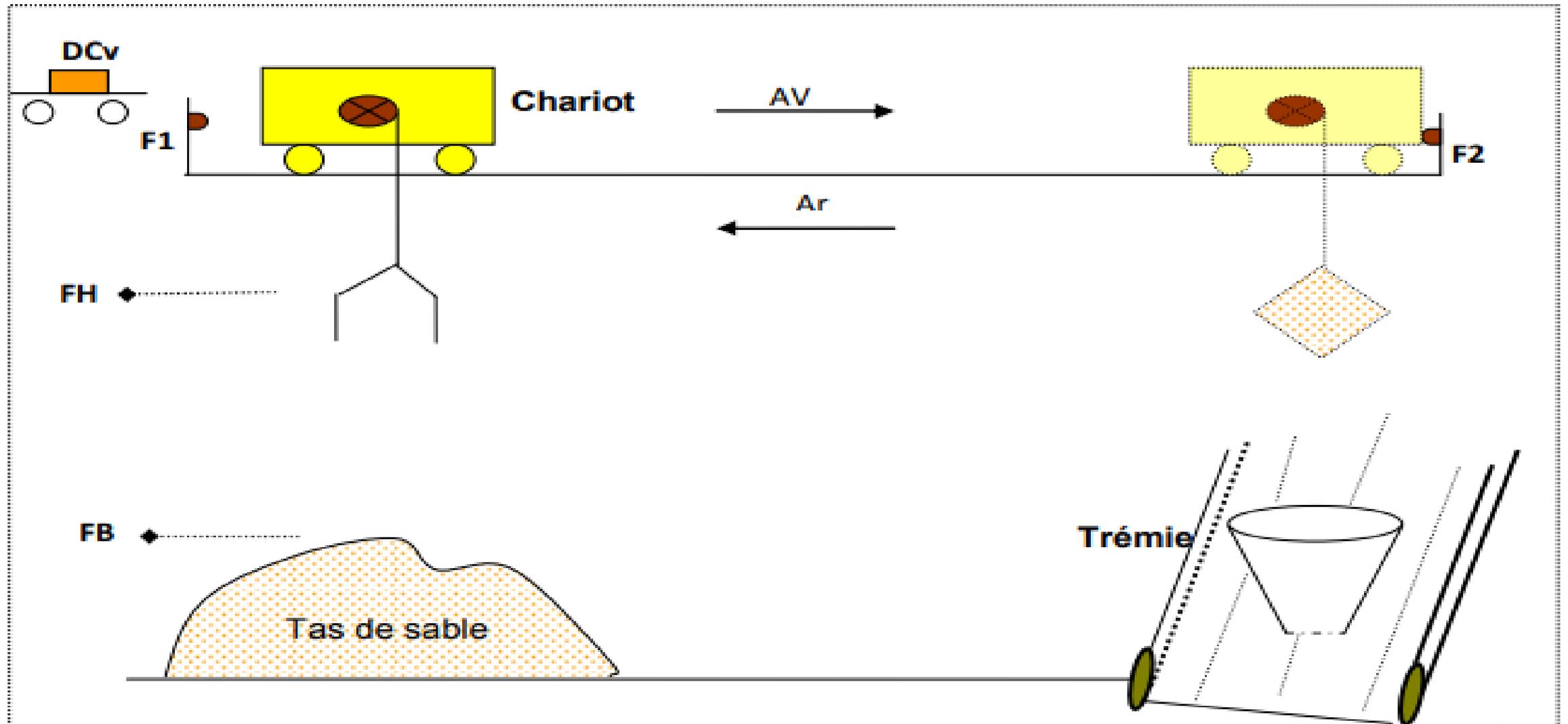
A+ : Descente du vérin

A- : Remontée du vérin



Le « GRAFCET technologique » est aussi appelé « GRAFCET de niveau II »

Exemple: Chargement de sable:



- **Capteurs :**

F1 :chariot au-dessus du tas .

F2 :chariot au-dessus de la trémie

FH :benne en position haute

FB :benne en position basse

FF :benne fermée

FO :benne ouverte.

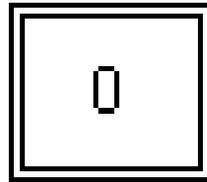
- **Fonctionnement :**

Au départ le chariot est au-dessus du tas, en position haute et la benne est ouverte. L'appuie sur un bouton poussoir Dcy provoque la descente de la benne sur le tas du sable, sa fermeture, puis sa remontée. En fin de montée le chariot se déplace jusqu'au-dessus de la trémie ; dans cette position il y a descente de la benne, ouverture puis remontée. En fin le chariot repart en arrière à sa position d'origine au-dessus du tas et le cycle s'arrête. Établir le Grafcet du système

Chapitre II: Convention et règles d'évolution dans un grafctet

Règles de syntaxe

Règle N°1 : situation initiale



Cette représentation indique que l'étape est initialement activée (à la mise sous tension de la partie commande).

La situation initiale, choisie par le concepteur, est la **situation à l'instant initial**.

Règles de syntaxe

Règle N°2 : franchissement d'une transition

Une transition est **franchie** lorsque l'étape associée est **active** et la **réceptivité** associée à cette transition est **vraie**.

Règle N°3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition provoque simultanément :

- la **désactivation** de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition,
- l'**activation** de toutes les étapes immédiatement suivantes reliées à cette transition.

Règles de syntaxe

Règle N°3 : Evolution des étapes actives

Illustration : franchissement d'une transition

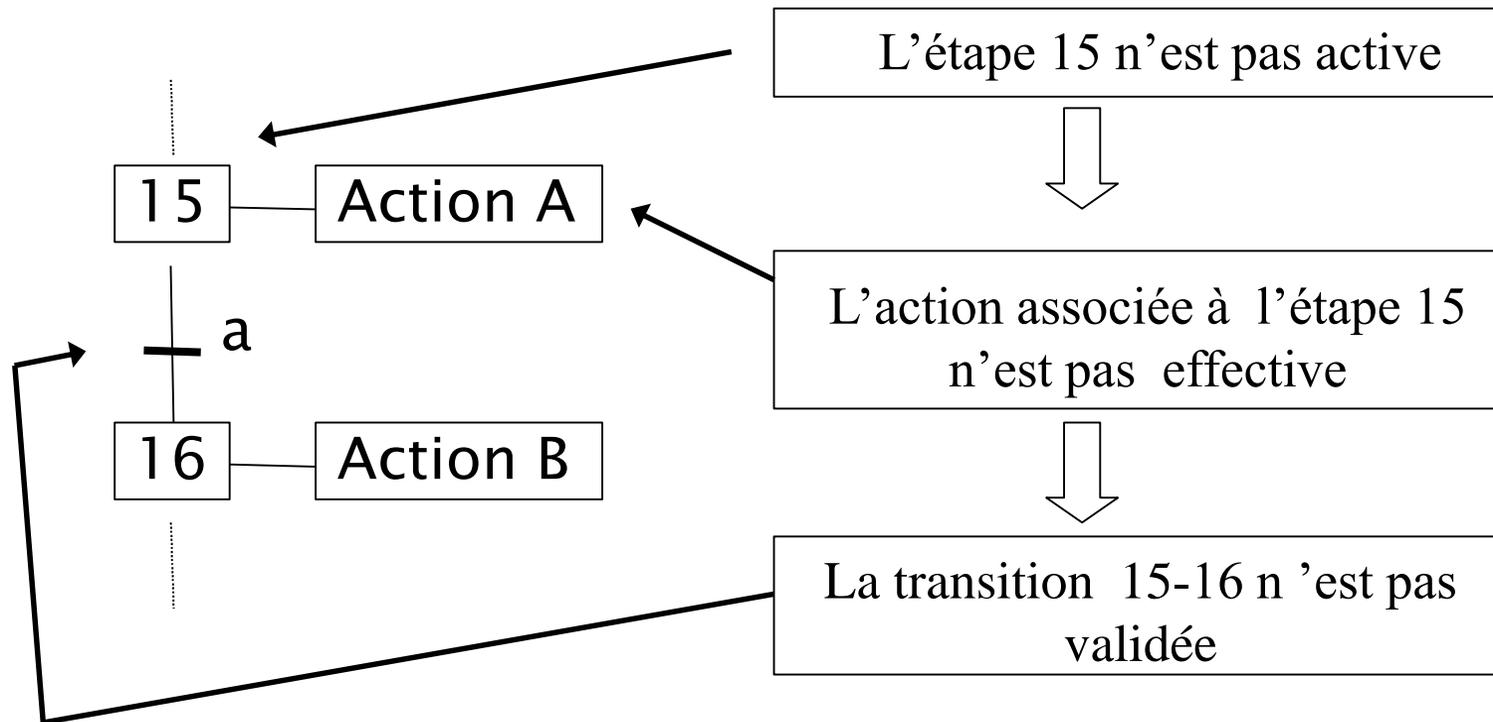


Illustration : franchissement d'une transition

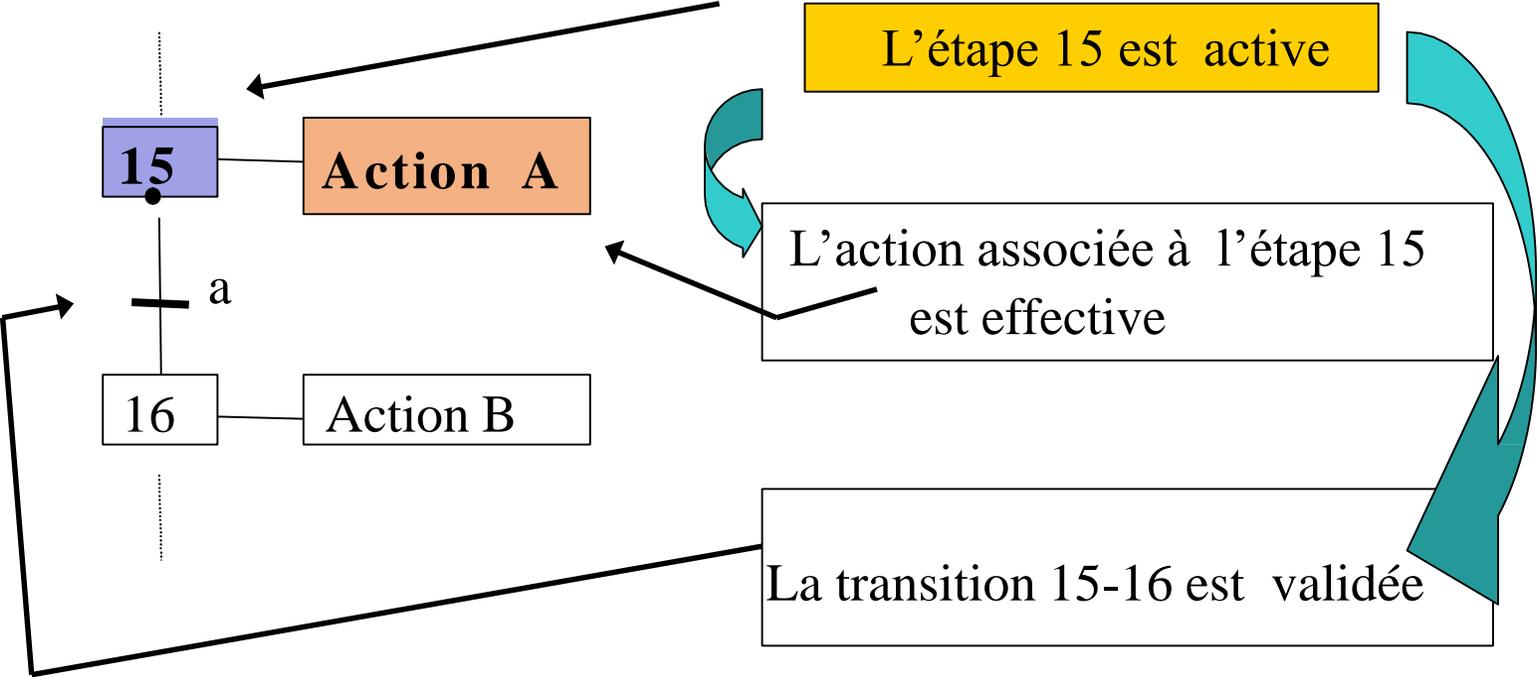


Illustration : franchissement d'une transition

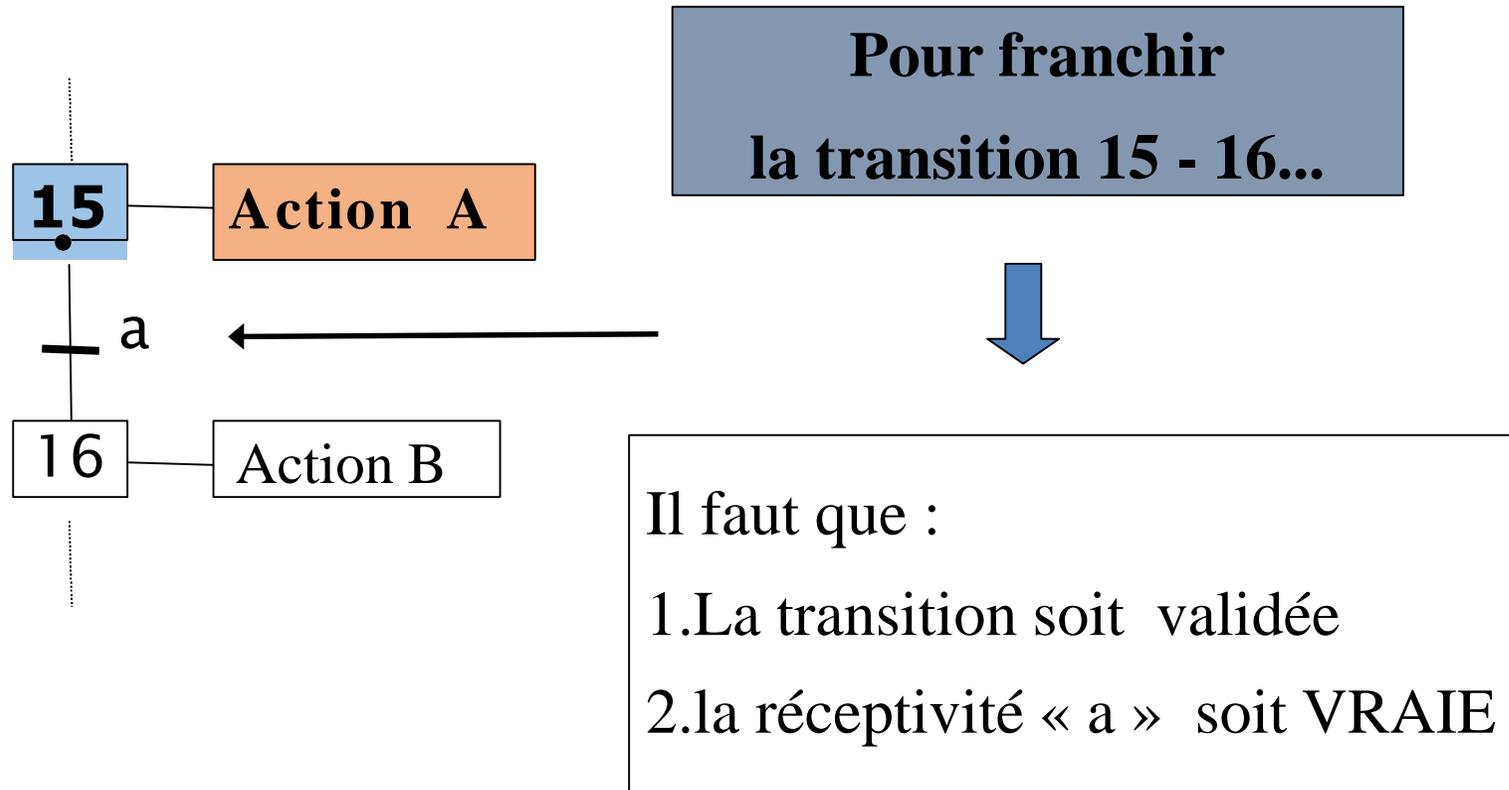


Illustration : franchissement d'une transition

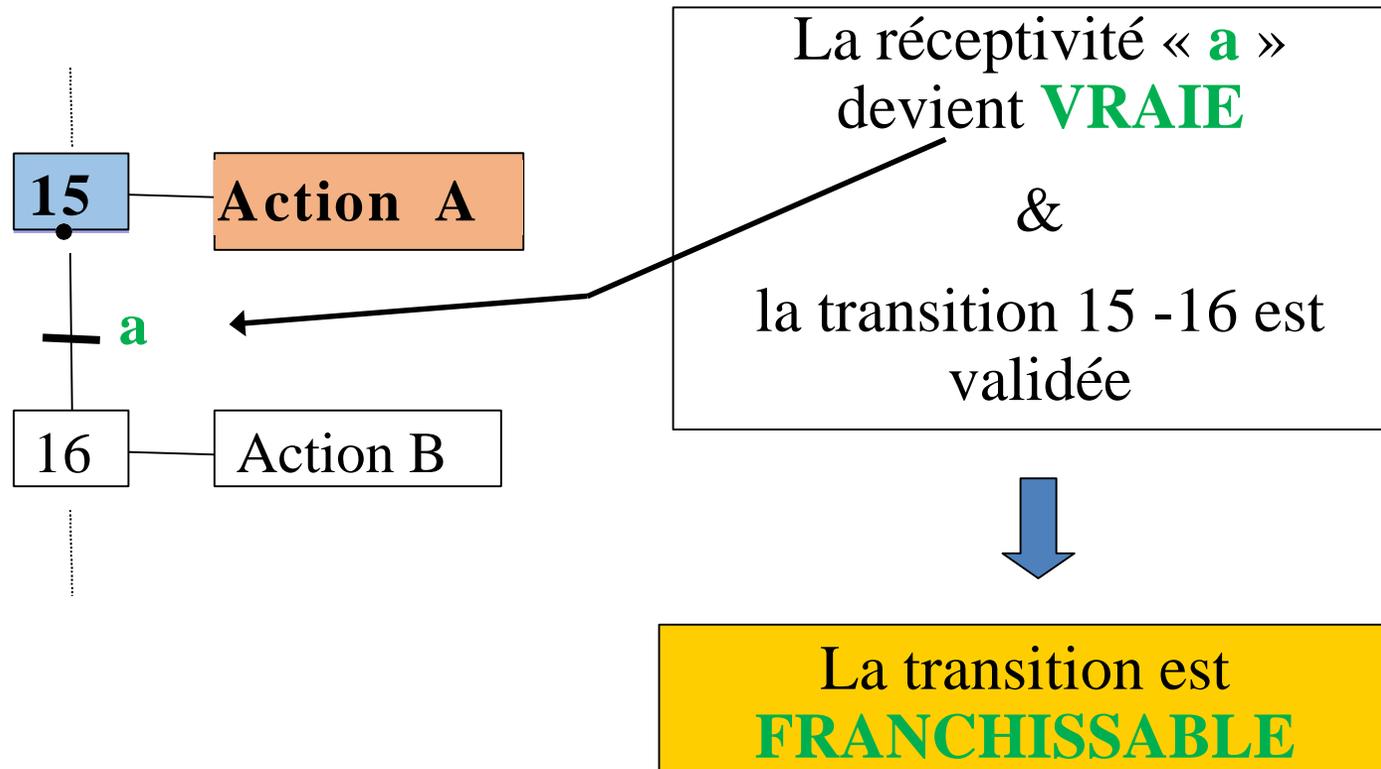


Illustration : franchissement d'une transition

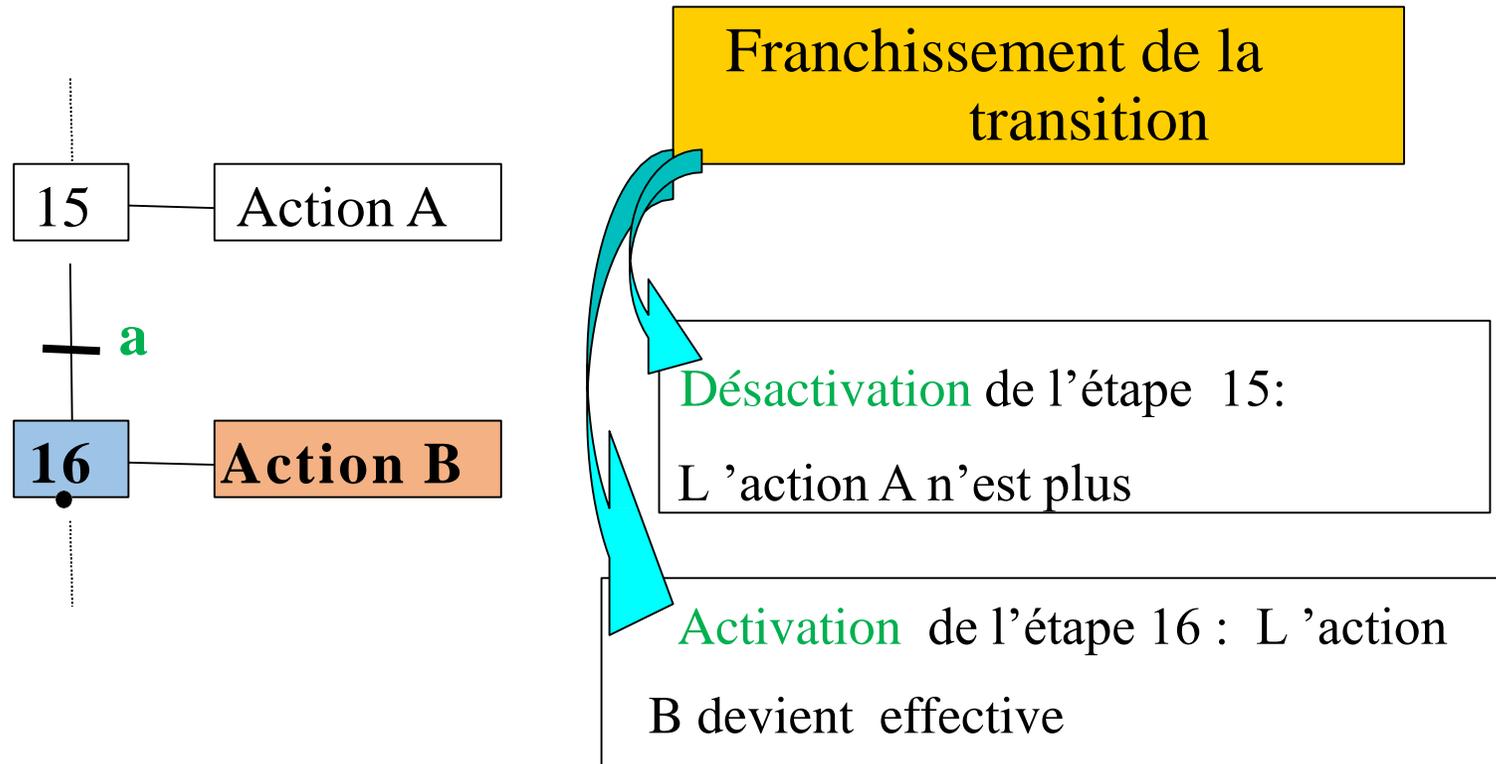
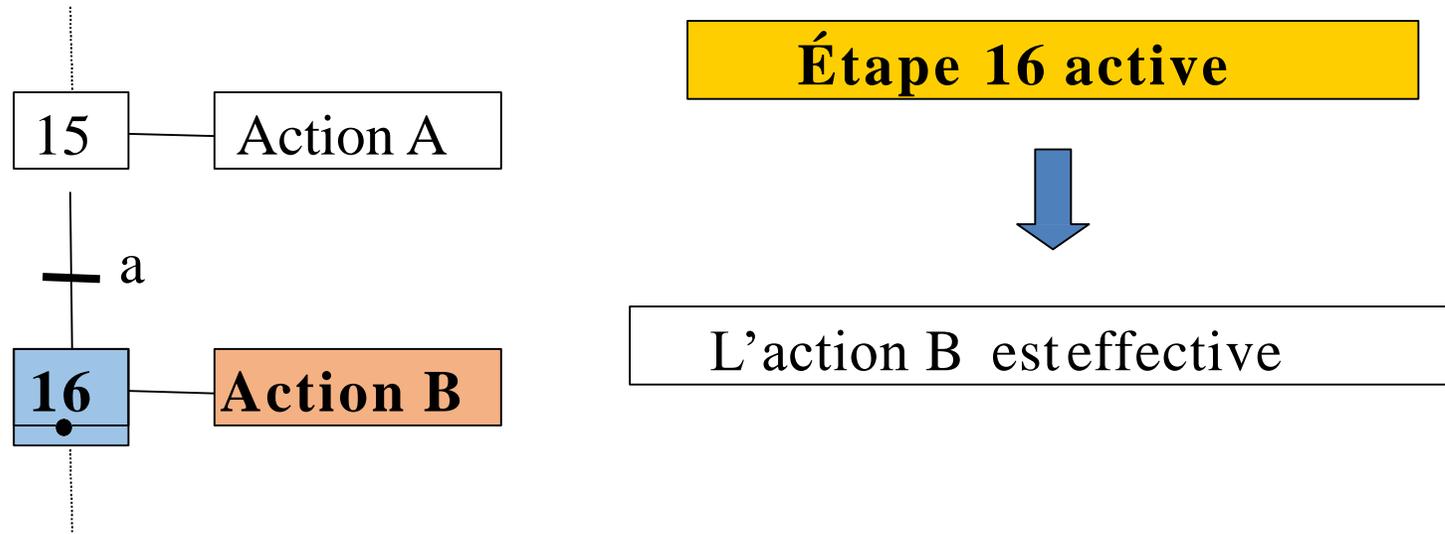


Illustration : franchissement d'une transition



Remarque : la réceptivité « a », quelle soit VRAIE ou FAUSSE n'a plus d'effet sur le déroulement du Grafcet

Règles de syntaxe

Règle N°4 : transitions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Règle N°5 : activation et désactivation simultanées

Une étape à la fois activée et désactivée reste active.

Structures de base

Divergence et convergence en ET (séquences simultanées)

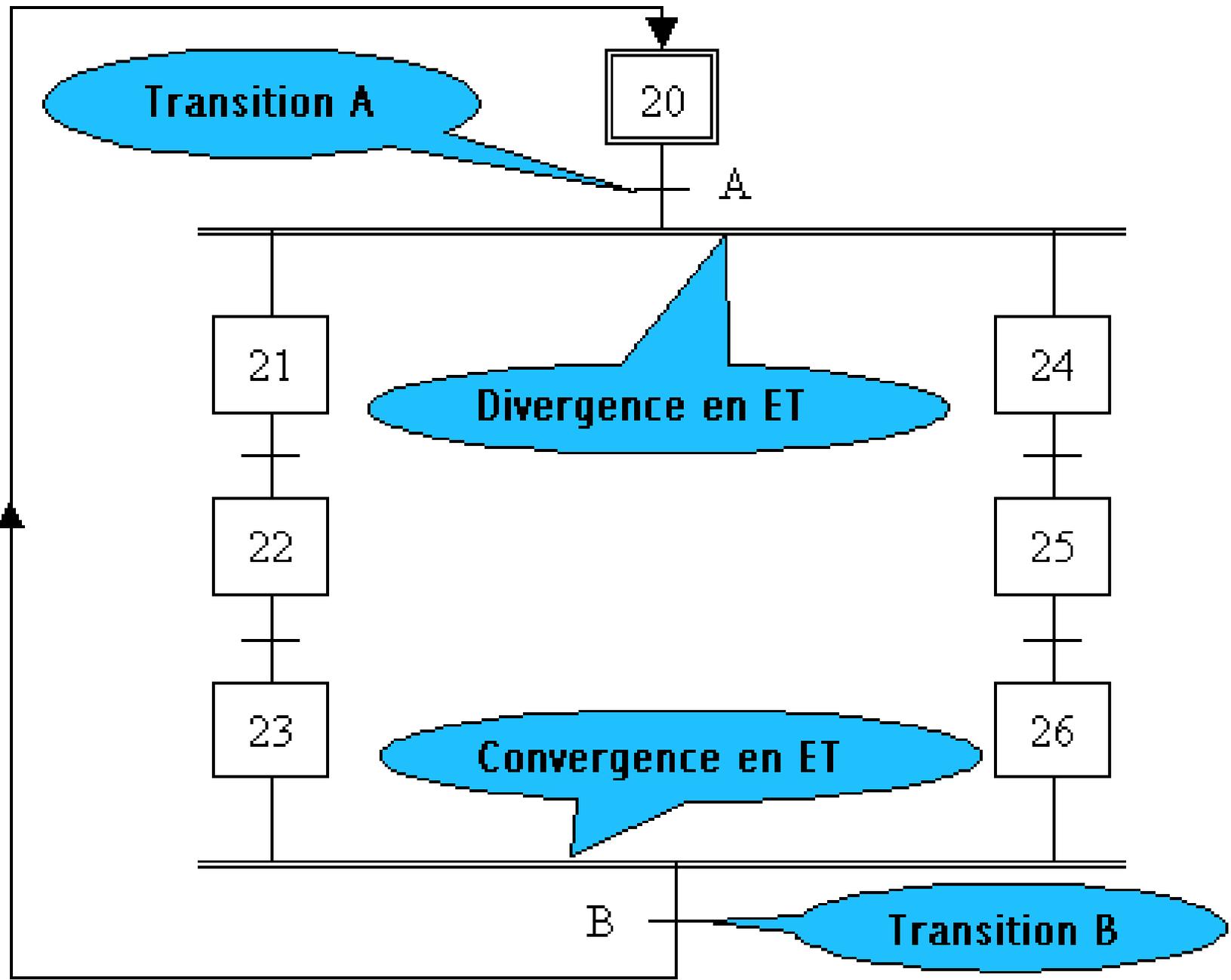
Divergence en ET : lorsque la transition A est franchie, les étapes 21 et 24 sont actives.

Convergence en ET : la transition B sera validée lorsque les étapes 23 et 26 seront actives. Si la réceptivité associée à cette transition est vraie, alors celle-ci est franchie.

REMARQUES :

Après une divergence en ET, on trouve une convergence en ET. Le nombre de branches parallèles peut-être supérieur à 2.

La réceptivité associée à la convergence peut-être de la forme $= 1$. Dans ce cas la transition est franchie dès qu'elle est active.



Structures de base

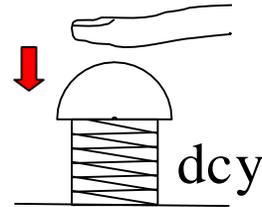
Exemple avec branchement ET (Parallèle)

Cahier des charges :

Après appui sur départ cycle

« dcy », les chariots partent pour un aller-retour.

Un nouveau départ cycle ne peut se faire que si les deux chariots sont à gauche.



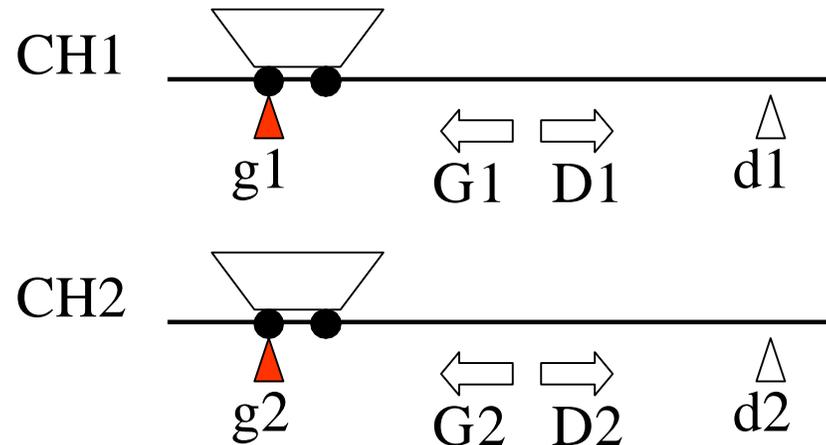
CH1, CH2 : chariot 1, 2

g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

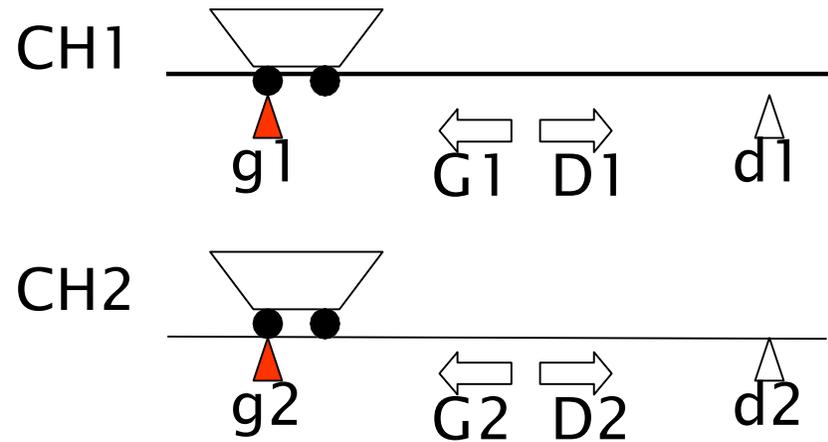
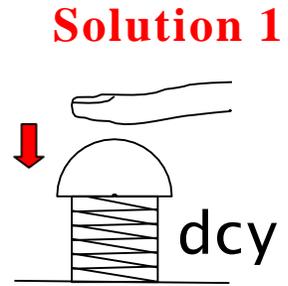
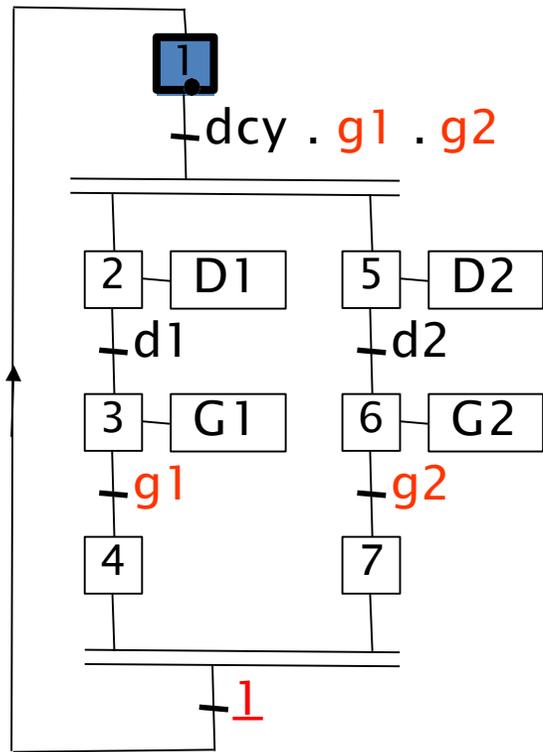
G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »



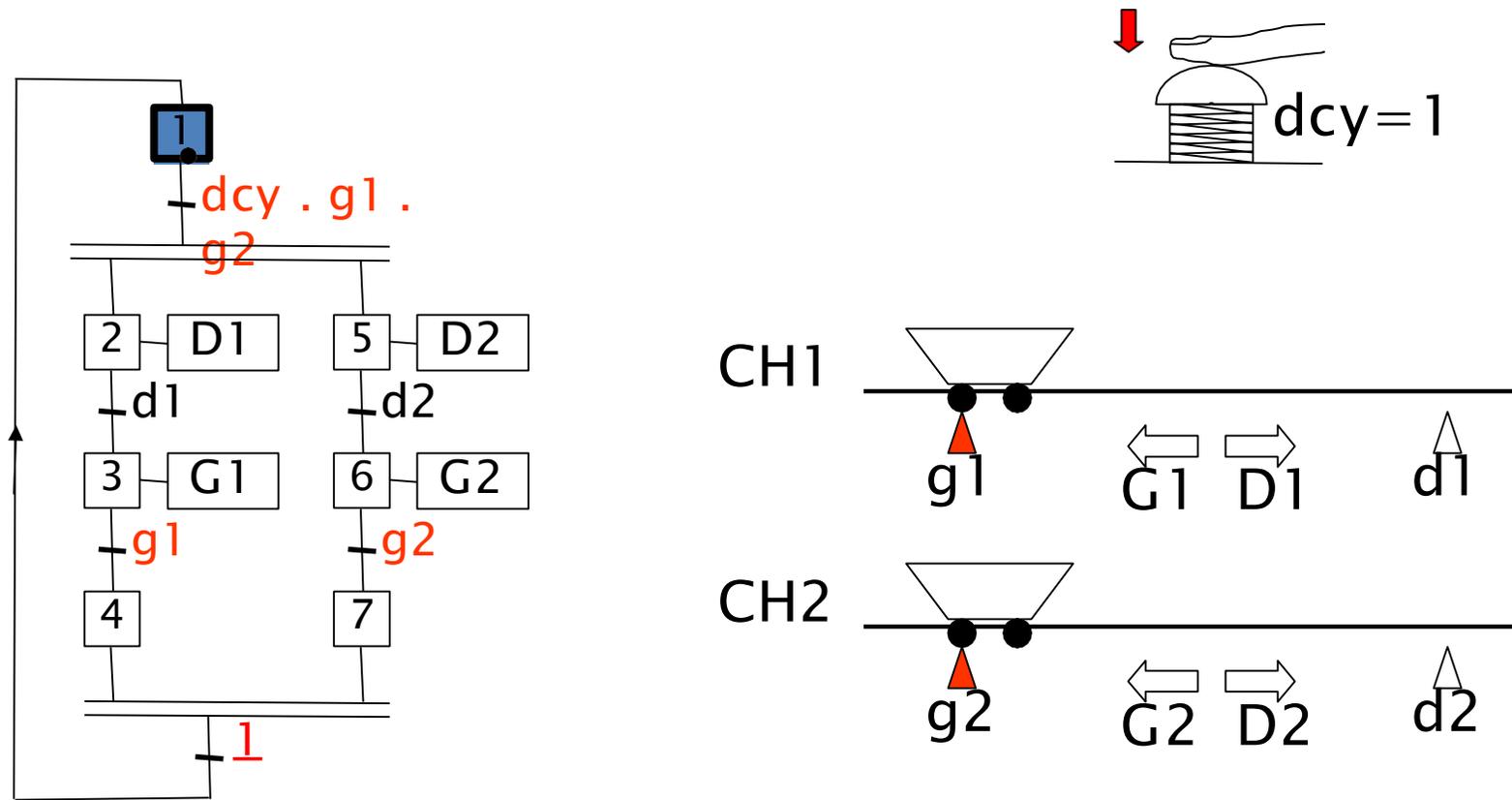
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



Structures de base

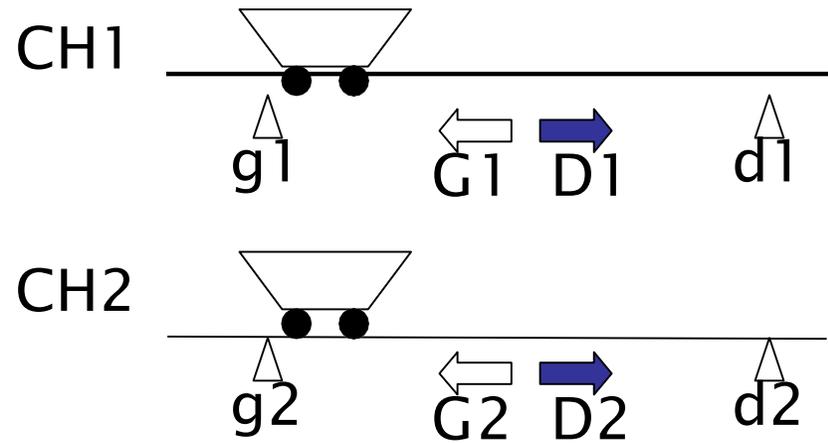
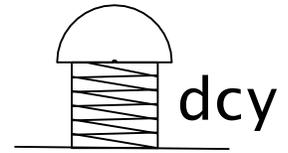
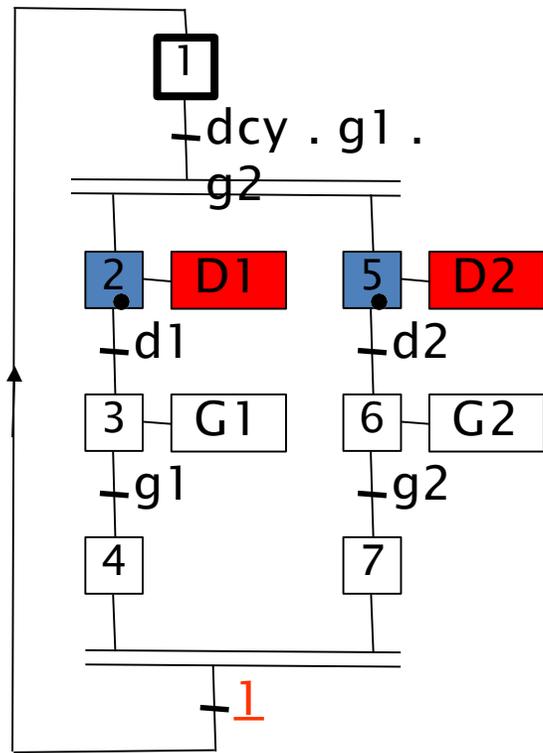
Exemple avec branchement ET (Parallèle)



Structures de base

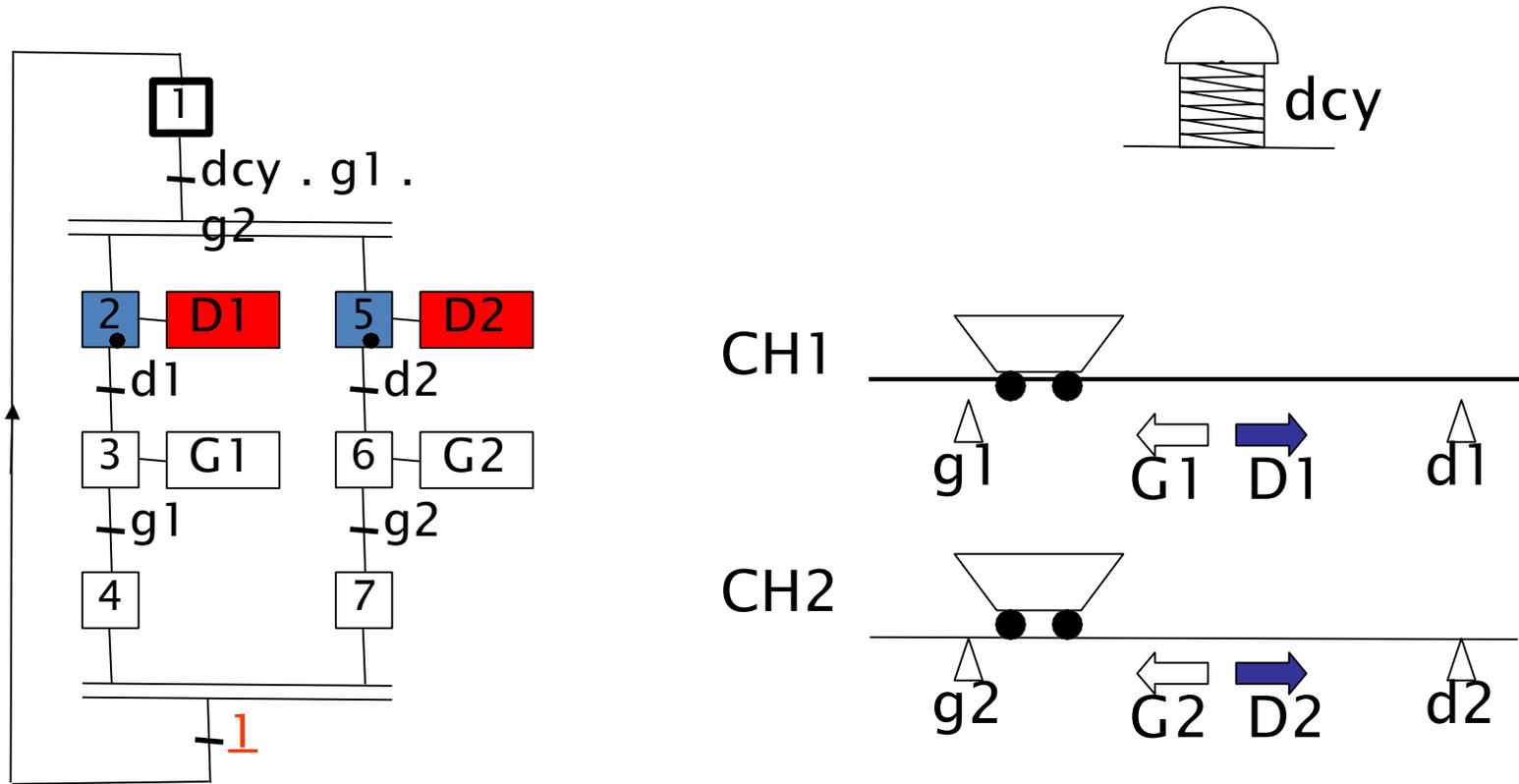
Exemple avec branchement ET (Parallèle)

Solution 1



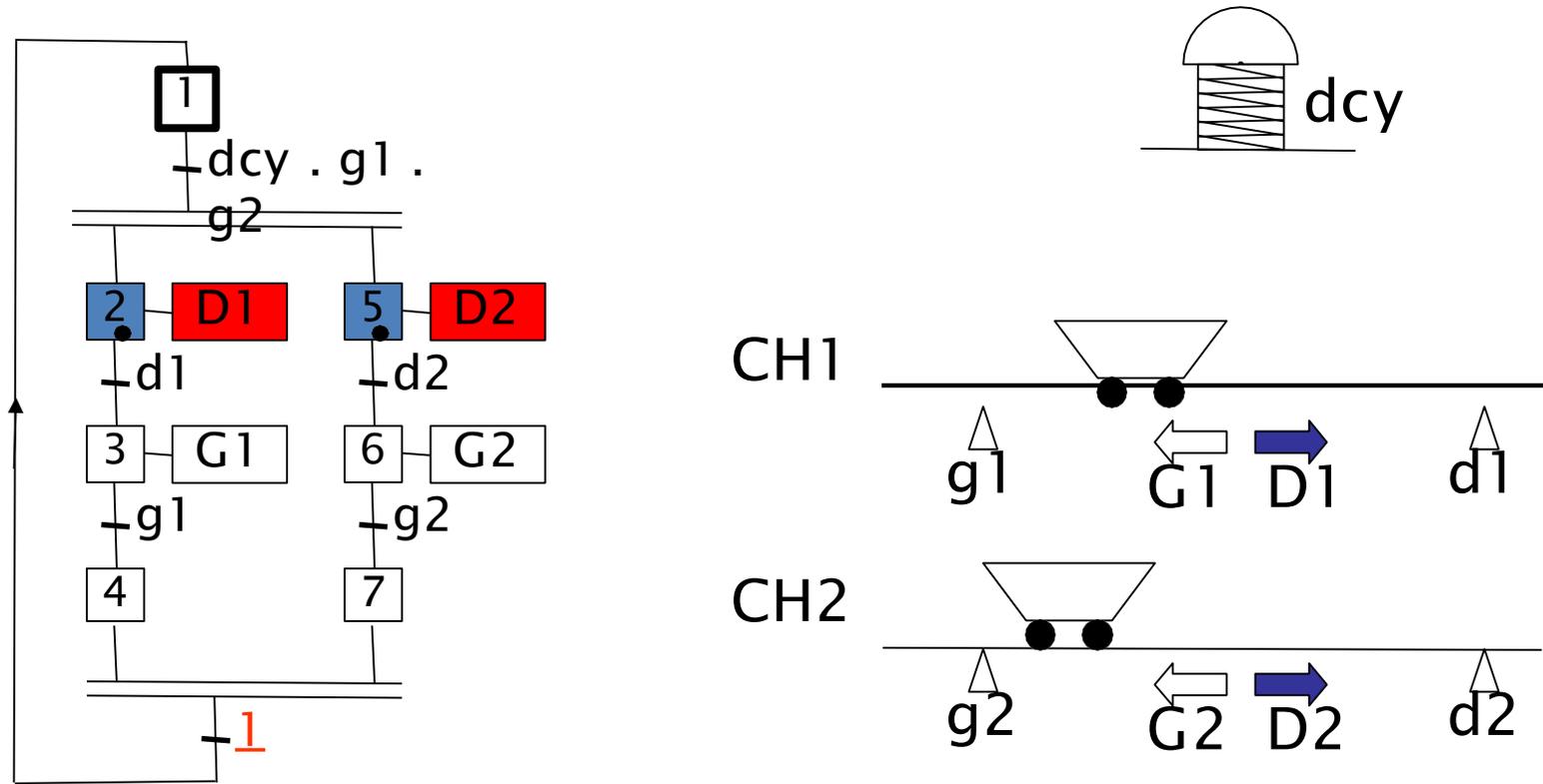
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



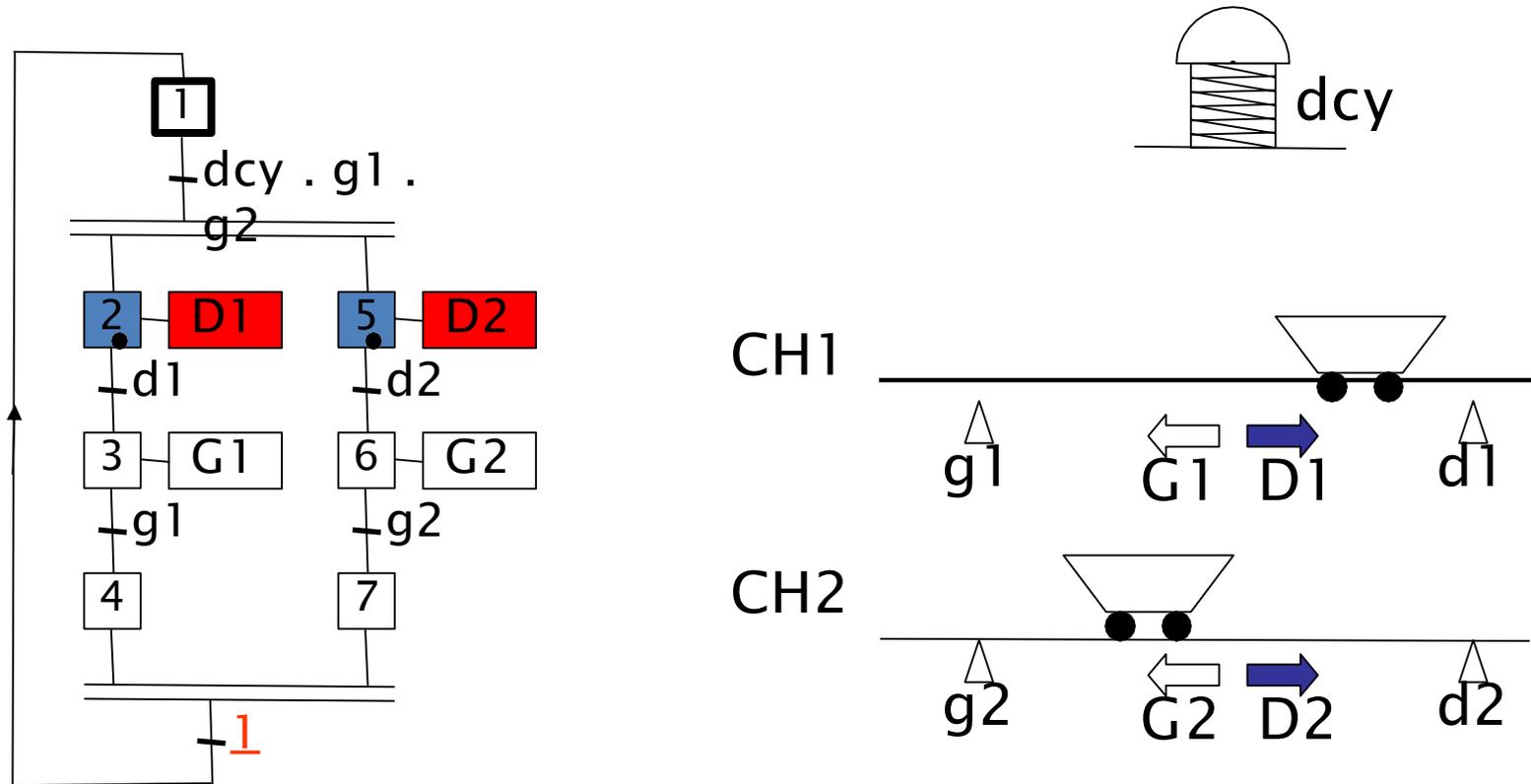
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



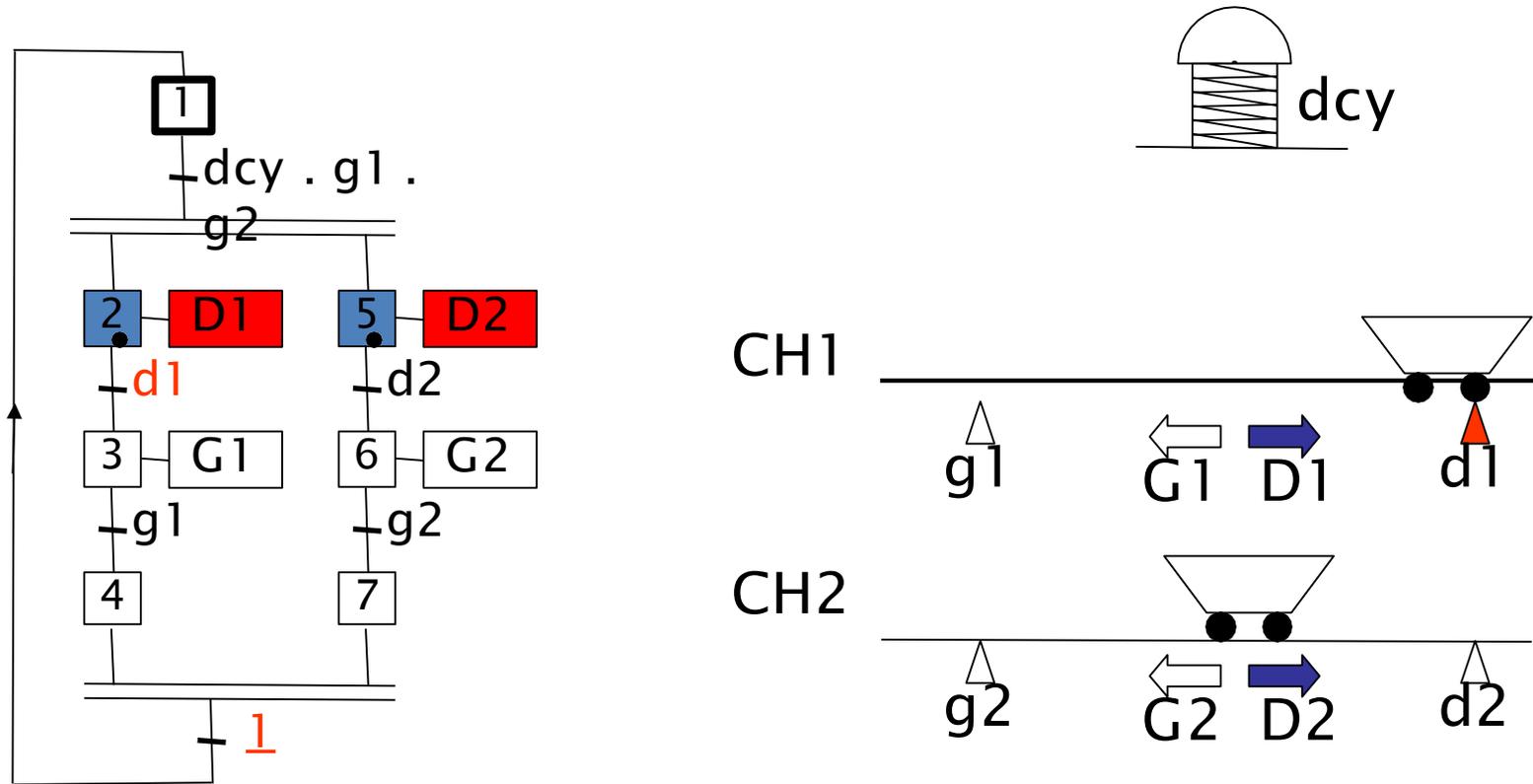
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



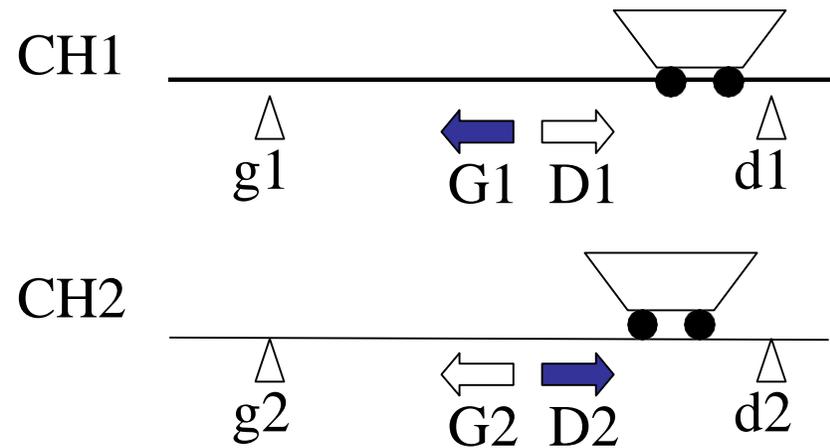
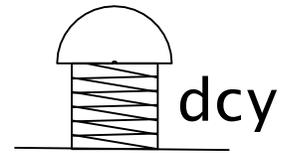
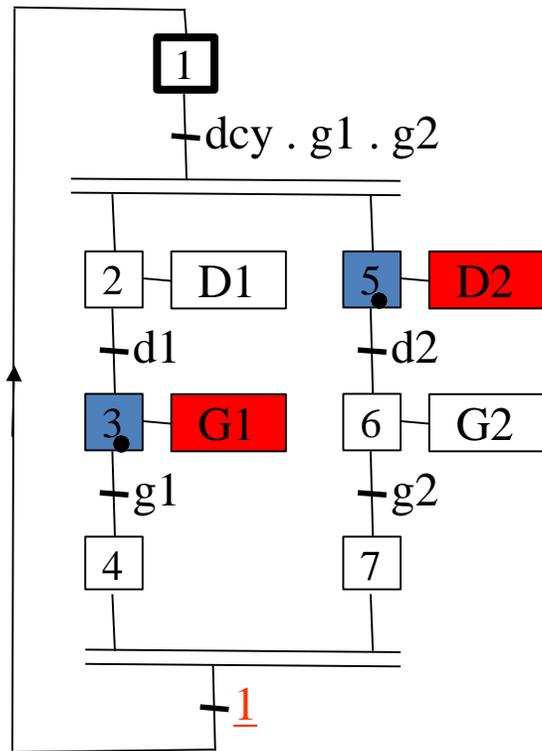
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



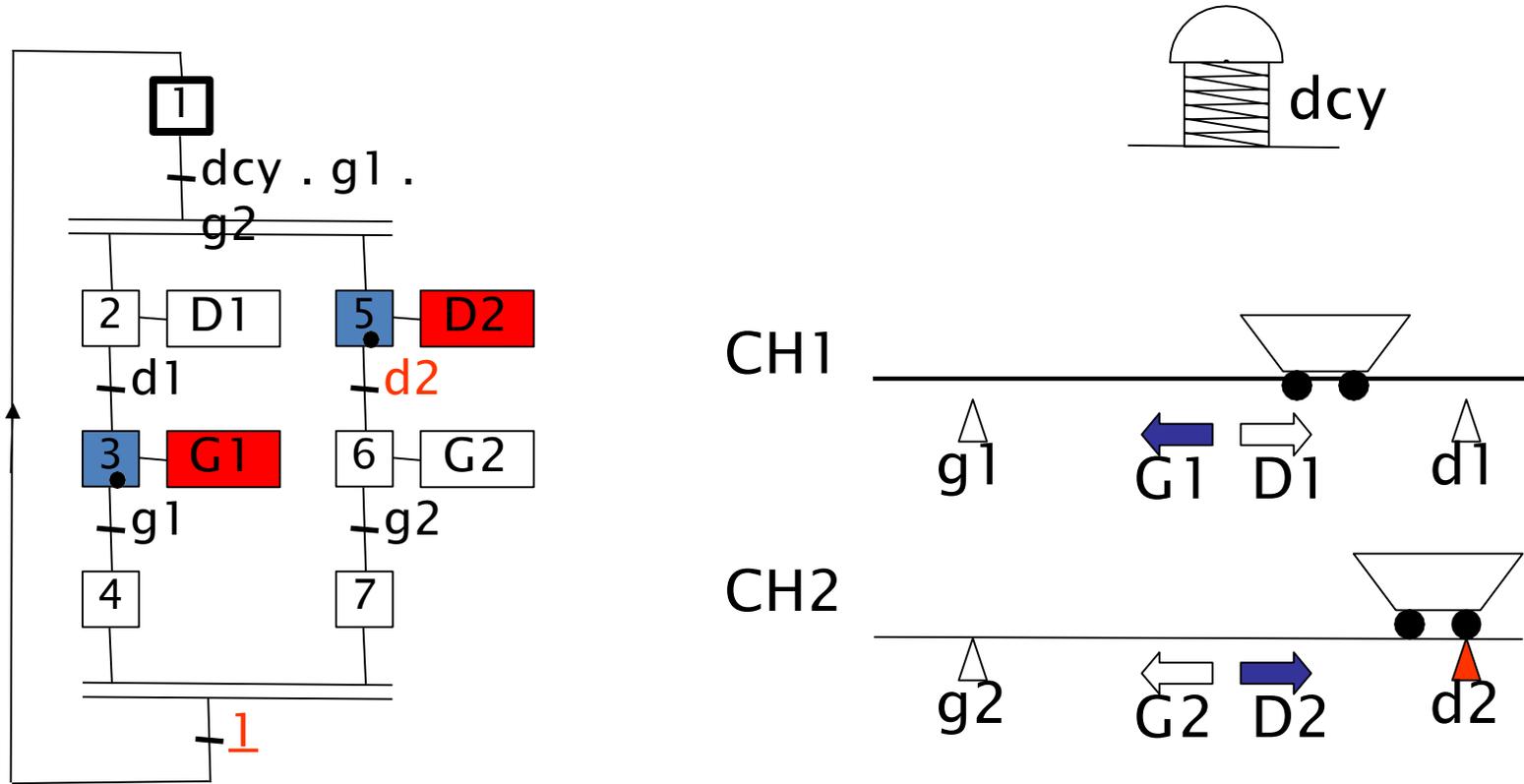
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



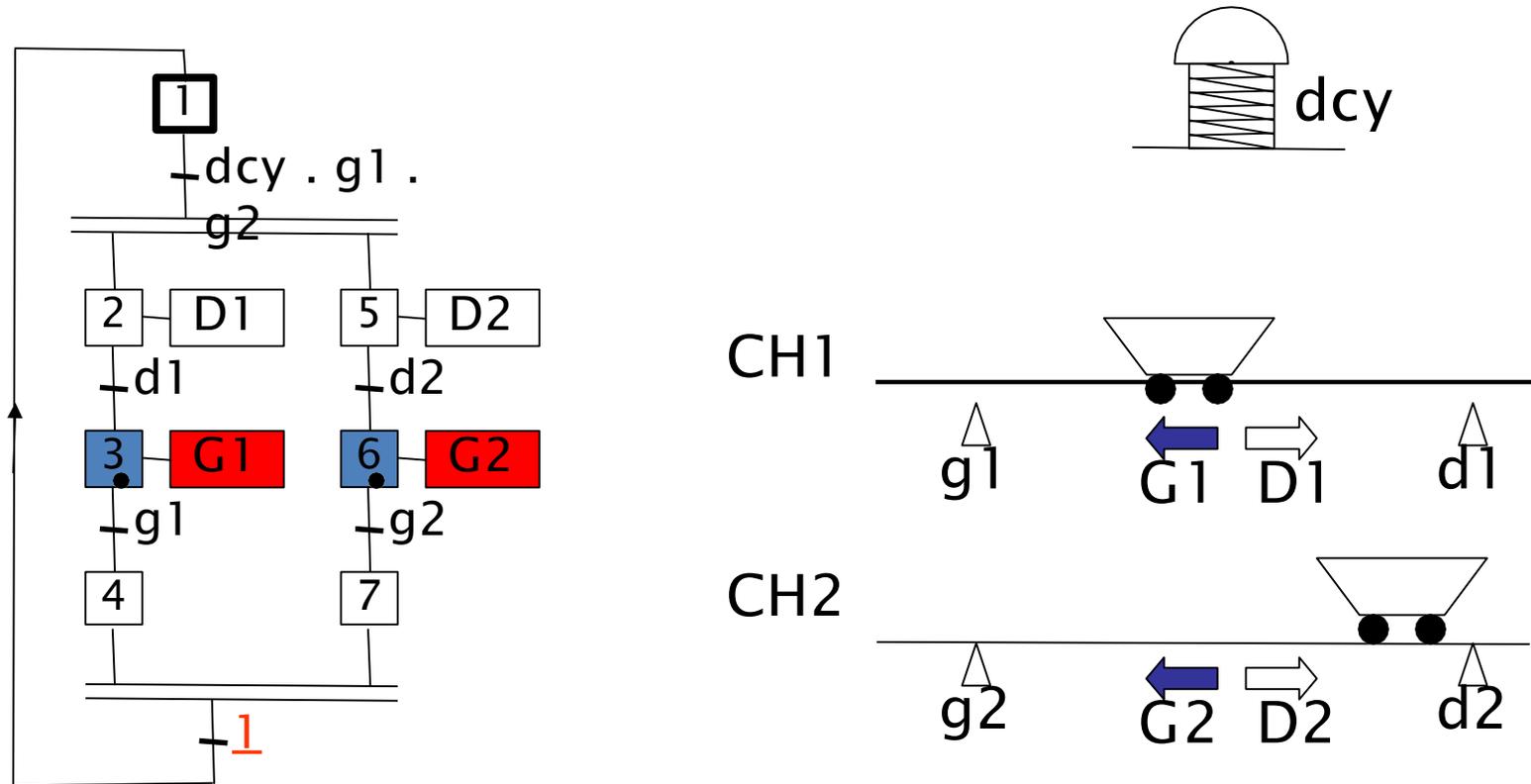
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



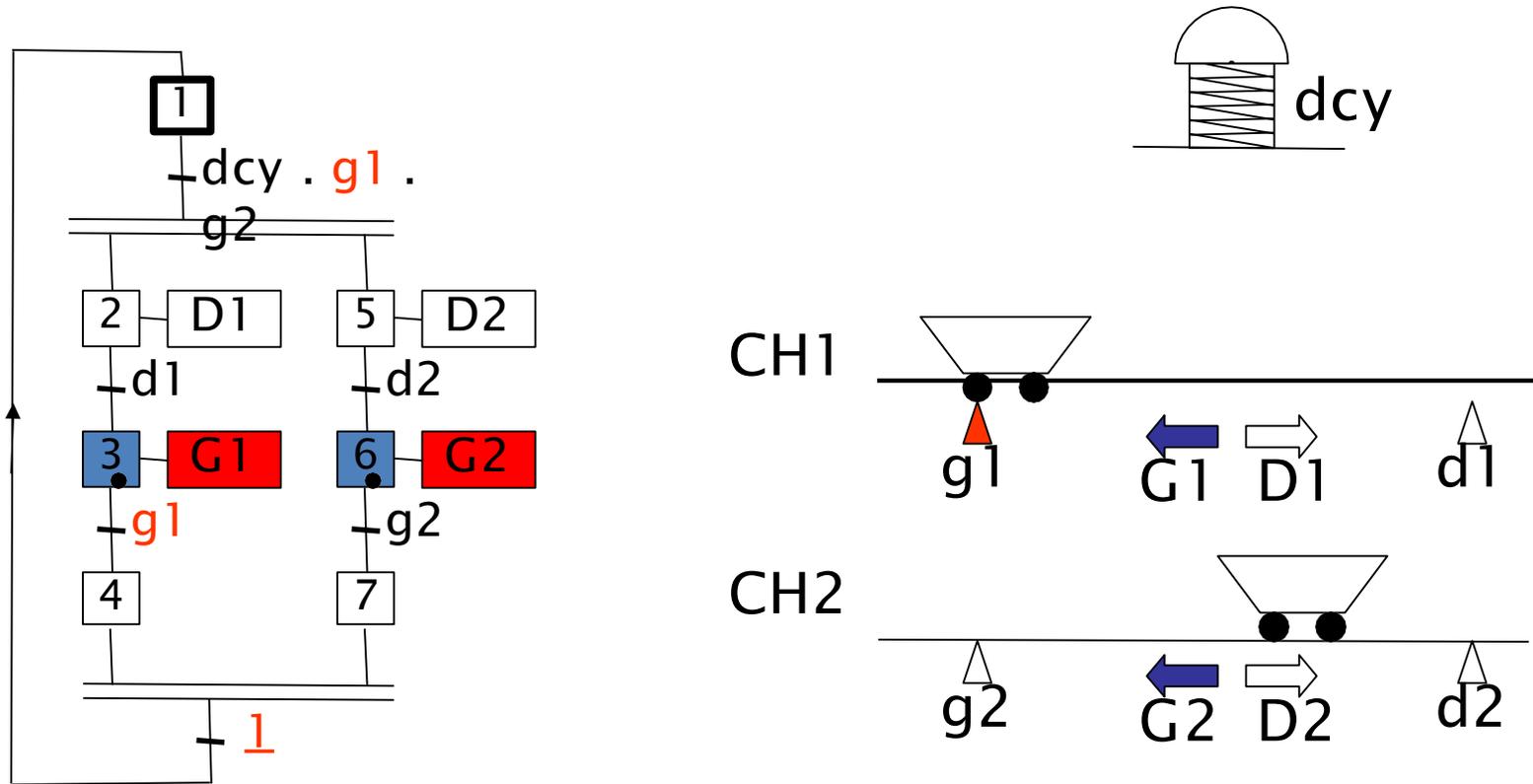
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



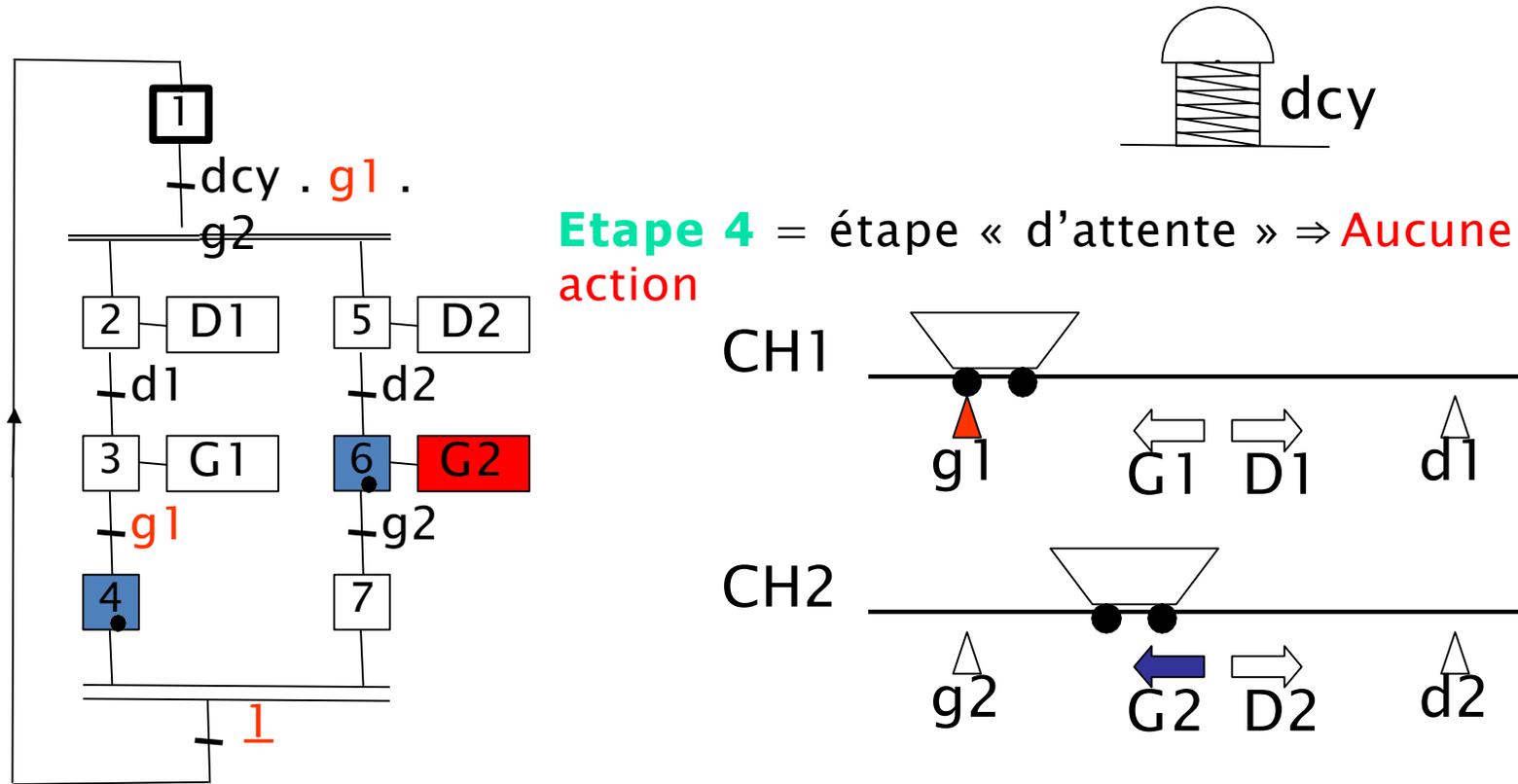
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



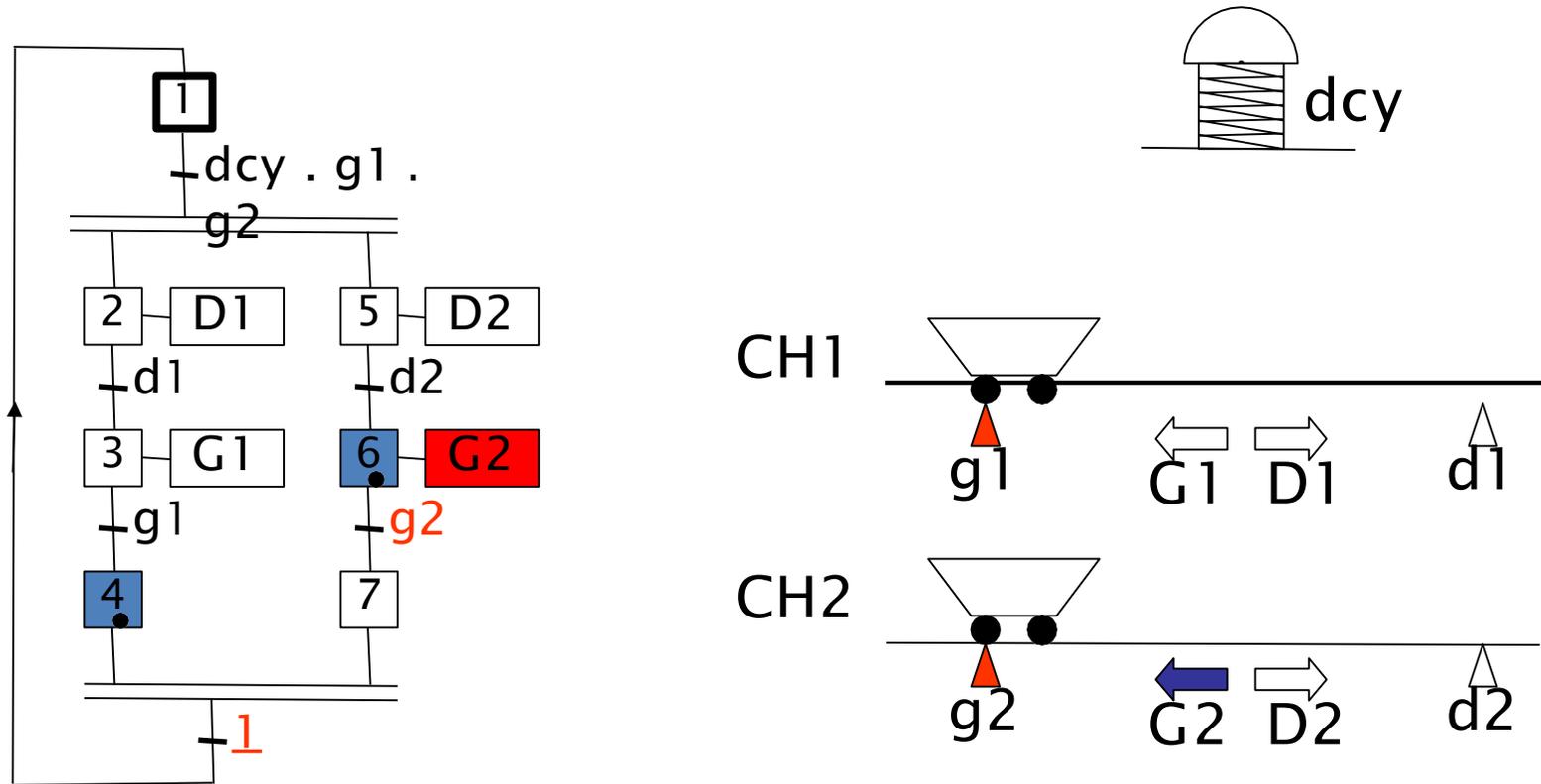
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



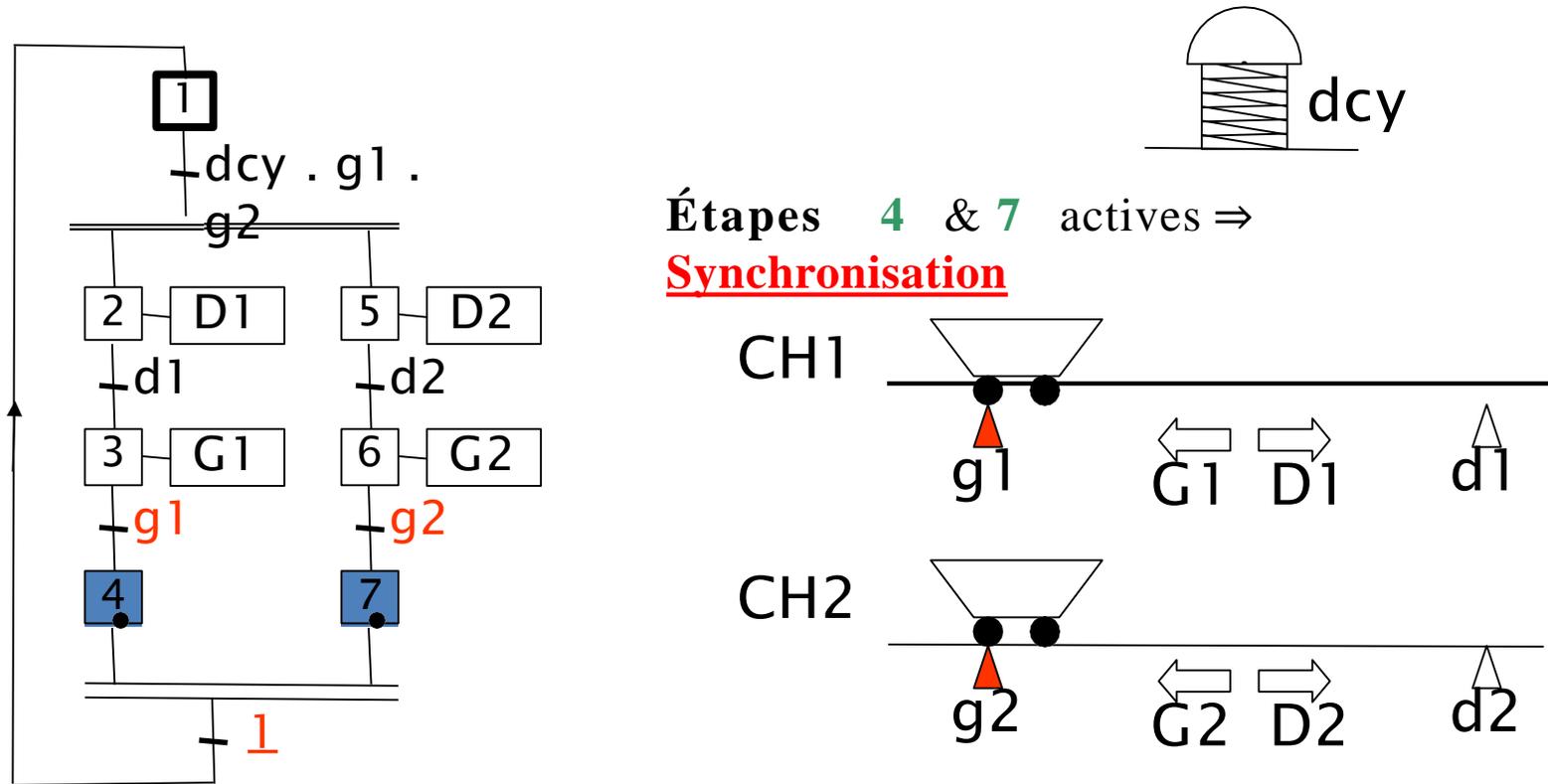
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



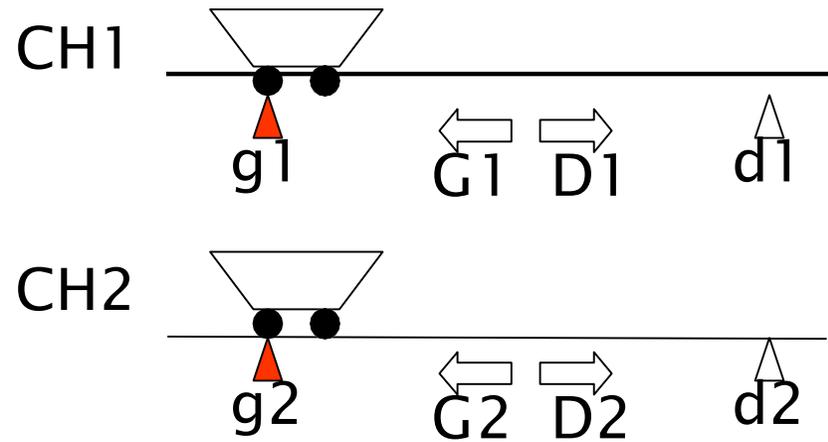
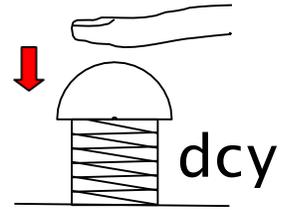
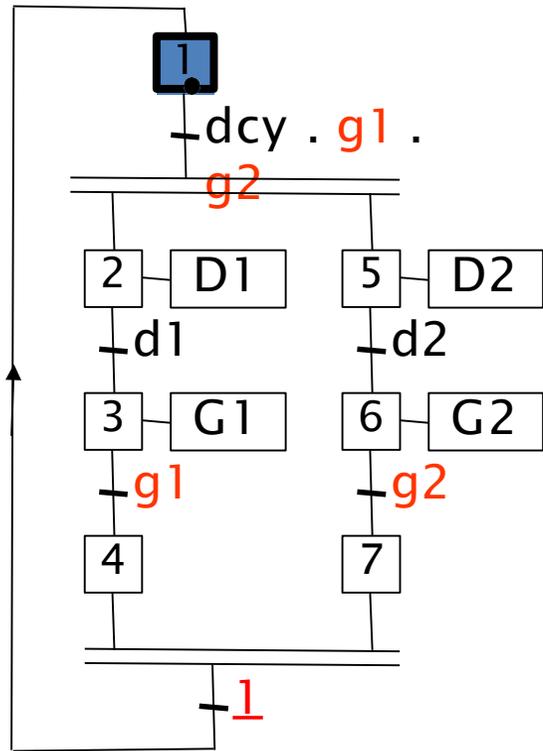
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



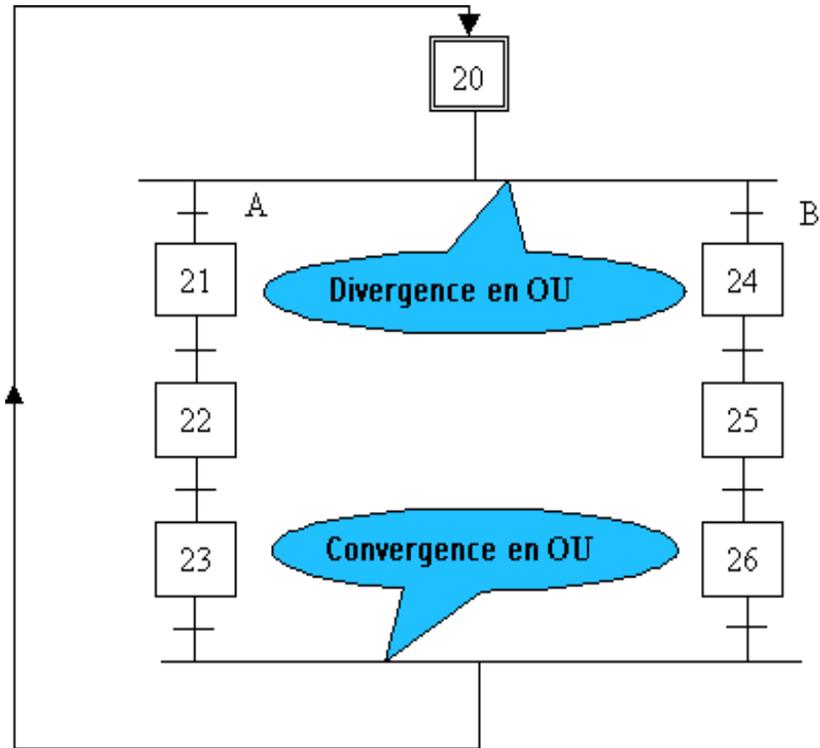
Structures de base

Exemple avec branchement ET (Parallèle)



Structures de base

Divergence et convergence en OU (Aiguillage)



Divergence en OU : l'évolution du système vers une branche dépend des réceptivités A et B associées aux transitions.

Convergence en OU : après l'évolution dans une branche, il y a convergence vers une étape commune.

Les transitions A et B ne peuvent être vrais simultanément (conflit).

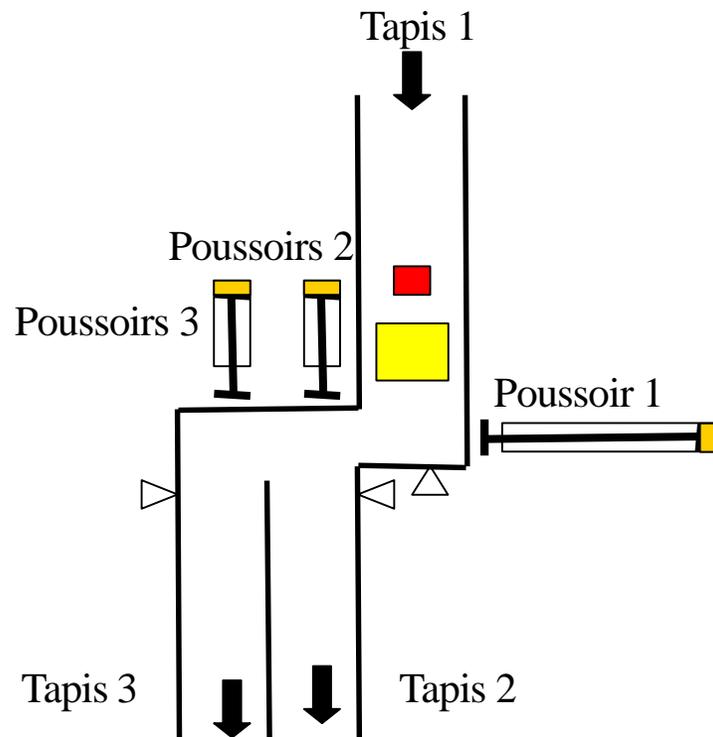
Après une divergence en OU, on trouve une convergence en OU. Le nombre de branches peut-être supérieur à 2.

La convergence de toutes les branches ne se fait pas obligatoirement au même endroit.

Structures de base

Exemple avec branchement OU (sélection de séquences ou choix de séquence)

Un dispositif automatique destiné à trier des caisses de deux tailles différentes se compose d'un tapis amenant les caisses, de trois poussoirs et de deux tapis d'évacuation suivant la figure ci-dessous :



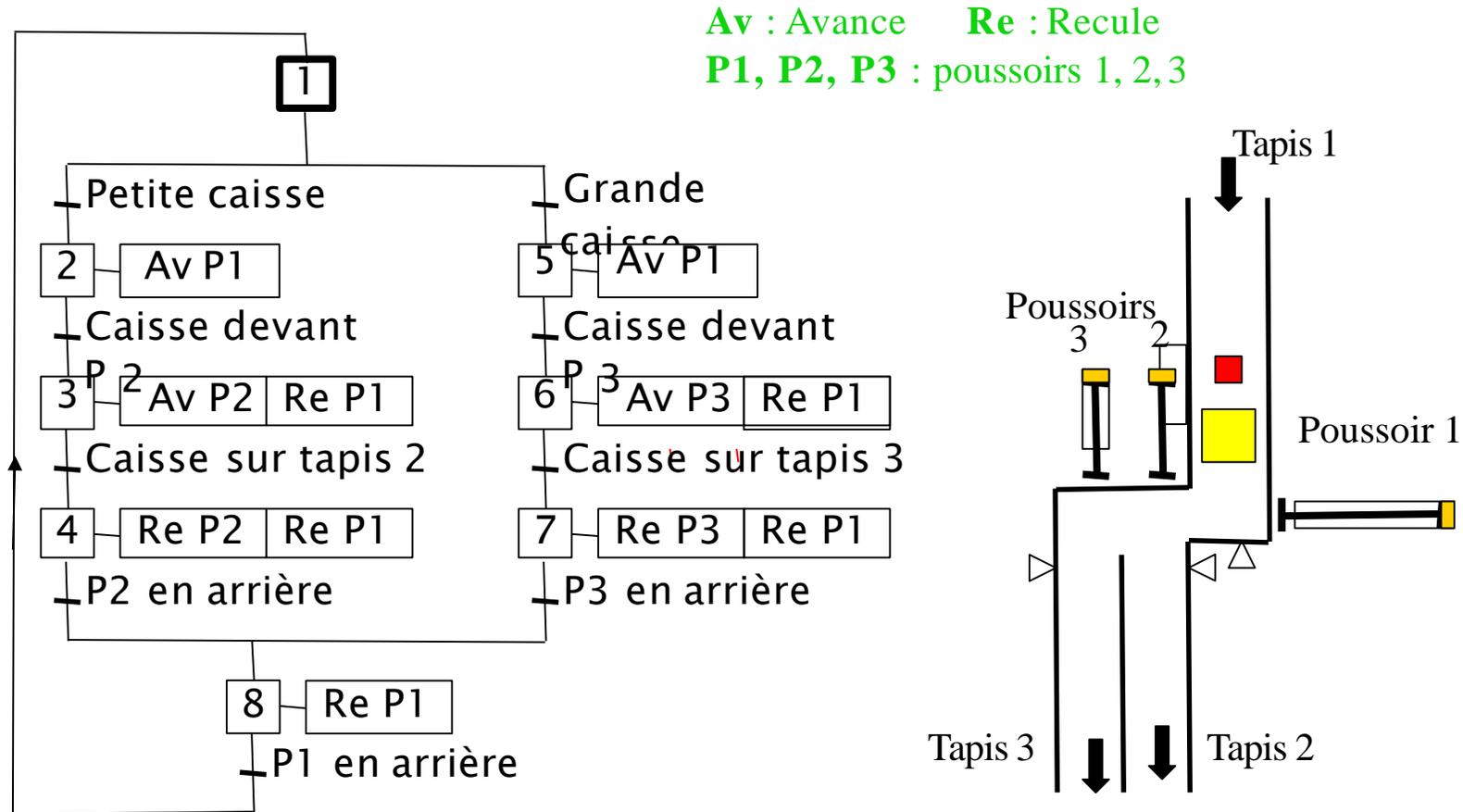
Cycle de fonctionnement :

Le poussoir 1 pousse les petites caisses devant le poussoir 2 qui, à son tour, les transfère sur le tapis d'évacuation 2,

Le poussoir 1 pousse les grandes caisses devant le poussoir 3, ce dernier les évacuant sur le tapis 3. Pour effectuer la sélection des caisses, un dispositif de détection placé devant le poussoir 1 permet de reconnaître sans ambiguïté le type de caisse qui se présente.

Structures de base

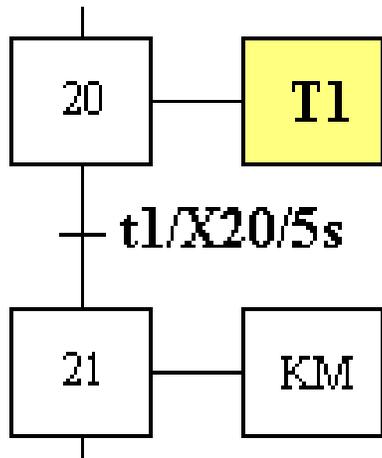
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



Structures de base

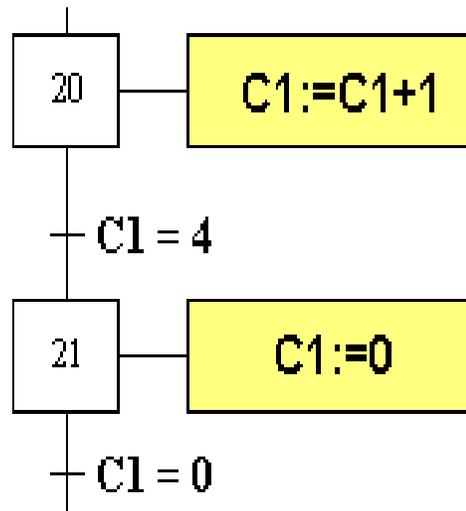
Temporisations

La transition 20 - 21 est franchie lorsque la temporisation, démarrée à l'étape 20 est écoulee, soit au bout de 5s.



Comptage

La transition 20 - 21 est franchie lorsque le contenu du compteur C1 est égal à 4.
Le compteur est incrémenté. Il est mis à zéro à l'étape 21.



Réceptivité toujours vraie

